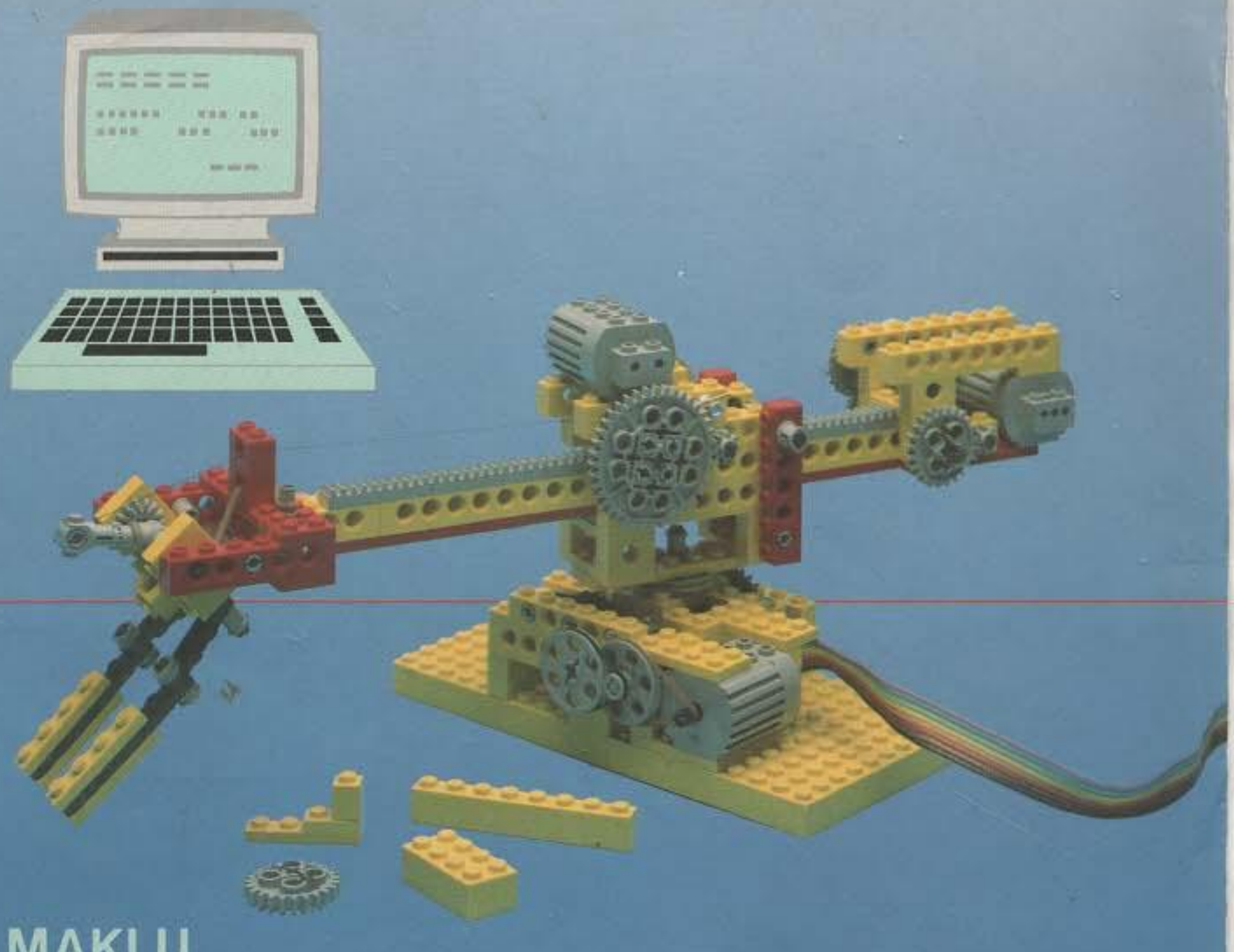
BESTUREN VAN ROBOTMODELLEN MET DE MICROCOMPUTER

W.CLARK



MAKLU
ANTWERPEN · APELDOORN

W. Clark

BESTUREN VAN ROBOTMODELLEN MET DE MICROCOMPUTER

MAKLU Uitgevers

Antwerpen – Apeldoorn

INHOUD

Over robots en robotmodellen 3
Het koppelen van de robotmodellen aan je computer 4
Het programmeren en besturen van je robotmodellen 5
Bedrading van de schakeling 6
Het gebruik van LEGO® TECHNIEK 7
Projecten
1 Wandelende Robot 8
2 Tekenende Schildpad 11
3 Liftbesturing 15
4 Kaartlezer 20
5 Mini Robotarm 25
6 Plotter 32
7 Maxi Robotarm 40
Ga zo te werk met de basisprogramma's 48

Omslag: P.J. van der Sman
Oorspronkelijke titel: Make and program your own Robots

© 1985 by William Clark
© 1985 Century Hutchinson Limited, London, U.K.

W. Clark
Besturen van robotmodellen met de microcomputer
ISBN 90 6215 164 7
D 1986/1997/27
NUGI 434

Vertaling: E. Peeters
Bewerking: Ir R.J. Peeters en Ir K.H.J. Robers
I.s.m. de Stichting BASICODE

9 8 7 6 5 4 3 2 1

© 1986 MAKLU Uitgevers
Antwerpen – Apeldoorn

Behoudens uitzondering door de Wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbende(n) op het auteursrecht, c.q. de uitgever van deze uitgave, door de rechthebbende(n) gemachtigd namens hem (hen) op te treden, niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op de gehele of gedeeltelijke bewerking. De uitgever is met uitsluiting van ieder ander onherroepelijk door de auteur gemachtigd de door derden verschuldigde vergoeding voor copiëren, als bedoeld in artikel 17 lid 2 der Auteurswet 1912 en in het KB. van 20.6.74 (*Stb.* 351) ex-artikel 16bb der Auteurswet 1912, te doen innen door en overeenkomstig de reglementen van de Stichting Reprorecht te Amsterdam.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means, without written permission from the publisher.

Ondanks alle aan de samenstelling van de tekst bestede zorg, kan noch de redactie noch de uitgever noch de vertaler aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade, die zou kunnen voortvloeien uit enige fout, die in deze uitgave zou kunnen voorkomen.

® LEGO is een geregistreerd handelsmerk.

OVER ROBOTS EN ROBOTMODELLEN

Velen denken meteen aan Star Wars of Dr. Who en aan machines die lopen en spreken als mensen, wanneer het over robots gaat. Nadat je dit boekje hebt gelezen denk je daar wel anders over. De robot van vandaag de dag is een machine die bestuurd wordt door een computer en die van te voren ingeprogrammeerde opdrachten automatisch uitvoert. De meeste robots doen heel eenvoudige dingen waarvan de mensen vinden dat ze vervelend of te gevaarlijk zijn.

In dit boek staan zeven ontwerpen van robotmodellen die je een inzicht geven in de werking en constructie van dit soort machines. De projecten zijn niet ingewikkeld. We beginnen met een wandelend mannetje en eindigen met een echte robotarm. In elk project wordt duidelijk beschreven wat het model kan doen, hoe hij werkt, welke onderdelen je nodig hebt, hoe je hem moet bouwen, hoe je hem koppelt aan je computer en hoe je hem programmeert. Als je alle voorbeelden gemaakt hebt, zul je zelf je eigen robots kunnen ontwerpen, bouwen en programmeren.

Alle modellen zijn gebouwd met onderdelen uit de bouwdozen LEGO® Techniek. Misschien heb je al een heleboel van de gebruikte onderdelen en hoef je vrijwel niets bij te kopen.

Je hebt bij je microcomputer een interface nodig om je zelfgemaakte robots te kunnen besturen en programmeren. Er zijn kant en klare interfaces verkrijgbaar, maar voor wie goed met de soldeerbout overweg kan, is het niet moeilijk om er zelf een te bouwen. Verder is er natuurlijk een cassetterecorder of diskdrive nodig om de programma's te bewaren, en een monitor of TV.

De voorbeeldprogramma's om de modellen te kunnen besturen in dit boek zijn geschreven op de manier van BASICODE. Dat is een methode waarmee je computerprogramma's kunt maken die, zonder dat je er iets aan hoeft te veranderen, gebruikt kunnen worden op verschillende merken microcomputers. Op de volgende pagina's van dit boek is vermeld welke microcomputers bruikbaar zijn gebleken en welke interfaces daarvoor geschikt zijn.

Voordat je aan een van de projecten begint lijkt het ons verstandig om eerst de nu volgende hoofdstukken goed te bekijken om vertrouwd te raken met de basistechnieken van het programmeren en het bouwen van de modellen. Verder raden we je aan om de ontwerpen een voor een in de beschreven volgorde te bouwen. Alle projecten kunnen in twee tot drie uur worden voltooid.

® LEGO is een geregistreerd handelsmerk

OVER BASICODE

BASICODE is bedacht omdat computerhobbyisten het maar vervelend vonden dat je een programma alleen maar op een bepaald merk computer kon gebruiken. Want alle computers spreken dan wel Basic, maar er zijn toch verschillen. Het duidelijkste voorbeeld is het schoonwissen van het beeldscherm. Dat kan natuurlijk wel bij alle merken computers, maar je moet er afhankelijk van het merk iets anders voor in het programma zetten.

In BASICODE bestaat het totale programma uit twee gedeelten. In het ene deel staan allemaal kleine stukjes programma, z.g. subroutines, die iets bepaalds doen. Dat kan zijn het wissen van het scherm, de cursor op een bepaalde plaats op het scherm zetten, een bepaalde tijd wachten, enz. Het deel met deze subroutines noemen we het basisprogramma (zie ook pagina 48).

Het andere deel is het echte programma. Dat ziet er op het eerste gezicht heel gewoon uit, maar als het scherm moet worden gewist gebeurt dat door even heen en terug naar de subroutine van het basisprogramma te springen. Voor alle dingen, die niet hetzelfde gaan bij de verschillende merken computers is zo'n subroutine ontworpen. Zo kun je tegenwoordig zelfs een tekenprogramma of een muziekprogramma maken, dat gewoon op verschillende merken computers kan lopen.

Basisprogramma's

Voor de besturingsprogramma's van onze modellen hebben we maar een paar van deze subroutines nodig. Achter in dit boek staan de basisprogramma's voor enkele merken microcomputers afgedrukt. De *structuur* is precies hetzelfde als in BASICODE-3. Als je daar al eens mee gewerkt hebt zul je dat wel merken en omgekeerd, als je later nog eens wat met BASICODE gaat doen zul je weer van alles uit dit boek herkennen.

Ook de bediening van de interface gaat op een soortgelijke manier. Dit is overigens iets wat BASICODE (nog) niet kent, maar het is zo goed mogelijk volgens de richtlijnen toegevoegd. Daarbij is dan meteen het probleem opgelost van de interfaces, die merkafhankelijk zijn.

HET KOPPELEN VAN DE ROBOTMODELLEN AAN JE COMPUTER

Om de modellen uit dit boekje met je computer te kunnen besturen heb je een interface nodig. Dat is een stukje elektronica waarop je de motoren en de batterijstaaf aansluit en dat deze op verschillende manieren met elkaar kan doorverbinden.

Welke interfaces?

P 2000/MSX: Uniface, LEGO Interface A, ZI-zelfbouwinterface + computerdeel Uniface.
VIC20, C64, C128: ZI-zelfbouwinterface.

De ZI is wat eenvoudiger dan de beide andere interfaces, maar is er wel compatibel mee v.w.b. de besturingsprogramma's. Achterin staat een principeschema v.d. ZI, zodat je deze interface zelf kunt bouwen op een print, die te verkrijgen is bij de uitgever.

Zie voor alle adressen de achterpagina v.h. omslag.

De interfaces hebben minstens 6 uitgangen die door de computer met de − (een 0) of de + (een 1) van de batterij verbonden kunnen worden. Als een motor op twee van deze uitgangen is aangesloten, kan hij rechtsom (1,0) en linksom (0,1) draaien of stil staan (0,0).

Tevens heeft de interface minstens 2 ingangen waarop je schakelaars kunt aansluiten. De computer ziet een 1 als de schakelaar gesloten is (aan) en een 0 als hij open is (uit).

DE INTERFACE AANSLUITEN

Zet altijd eerst je computer uit (eerst nog het programma SAVE-n?). Sluit pas daarna de interface aan.

De ZI aansluiten

De ZI wordt bij stand-alone gebruik aangesloten op de user-poort van de VIC20, C64 en C128.

Bij gebruik met het computerdeel v.d. Uniface voor de P2000/MSX: zie Uniface aansluiten.

Uniface aansluiten

Uniface bestaat uit verschillende delen. Je hebt nodig het computerdeel voor jouw computer, een 8-bits input print en een 8-bits output print. Niet alle mogelijkheden hiervan worden in dit boekje gebruikt. Het computerdeel van de Uniface wordt bij de MSX computers in een van de slots gestoken, bij de P2000 moet hij in sleuf 2. Vanaf de interface gaat een bandkabel naar de input- en de outputprint. Schroef deze twee printen naast elkaar op een plankje, of schuif ze in een printrekje. Zet de schakelaartjes voor het printnummer voor beide printen op 255, zie de gebruiksaanwijzingen. In plaats van deze printen kun je ook de ZI-zelfbouw interface op het computerdeel aansluiten.

In bedrijf nemen

Schakel nu je computer weer aan. Voordat het programma de interface kan gebruiken moeten er eerst een paar dingen in het geheugen van de computer goed gezet worden. Dat is verschillend per computermerk, daarom gebeurt dit in de regels 20 en 21 van de basisprogramma's. Ook de besturing van de interface is verschillend, daarom gaat dit via de regels 20000 (de motoren) en 21000 (de schakelaars) van het basisprogramma. Als je later zelf een programma maakt hoef je geen gebruik te maken van deze methode, maar dan loopt het alleen op jouw merk computer.

BESTUREN EN OPNEMEN

De uitgangen die gebruikt worden zijn genummerd: Bit 0 t/m Bit 5. Elke uitgang heeft zijn eigen besturingscode, dat zijn:

bit. nr.:	0	1	2	3	4	5
besturingscode:	1	2	4	8	16	32

In rust zijn alle uitgangen met de − verbonden. Uitgang 0 wordt met de + verbonden als er in het programma staat:

```
DA =  1 : GOSUB 20000
```

Alleen uitgang 4 wordt met de + verbonden als er staat:

```
DA = 16 : GOSUB 20000
```

Als je de besturingscodes optelt kun je meer dan een uitgang tegelijk met de + verbinden.
Zo worden met

```
DA = 36 : GOSUB 20000
```

de uitgangen 5 en 2 allebei met de + verbonden, want 36 = 32 + 4.
Om alle uitgangen weer met de − te verbinden zet je in het programma:

```
DA =  0 : GOSUB 20000
```

en dan staat alles weer stil.

Hoe staan de schakelaars?

Wij gebruikten twee ingangen om schakelaars op aan te sluiten. Deze ingangen zijn genummerd: Bit 6 en Bit 7, en ze hebben de volgende maskeercode:

Bit 6: code = 64, Bit 7: code = 128.

Om te kijken of schakelaar 6 open (uit) of gesloten (aan) is zetten we in het programma:

```
MK = 64 : GOSUB 21000
IF DA=0 THEN ...... (schakelaar staat uit)
IF DA <> 0 THEN .... (schakelaar staat aan)
```

Voor schakelaar 7 wordt de 64 vervangen door 128. De stand van Bit 6 en Bit 7 zijn zo onafhankelijk van elkaar uit te lezen.

Wanneer je robot gebouwd is, toets dan het bijbehorende besturingsprogramma in. Ga daarbij steeds uit van het basisprogramma voor jouw computer.

Voordat je de computer inschakelt en je programma begint in te toetsen, moet je de interface aansluiten. Toets alle regels zorgvuldig in en RUN het programma *niet* voordat je het volledig hebt ingetoetst.

SAVE het ook eerst op cassette of op schijf. Pas daarna mag je het proberen te RUNnen. Loopt het niet naar behoren dan kun je het opnieuw laden, van cassette of schijf, om het nog eens goed na te kijken en eventueel te verbeteren.

Zelf besturingsprogramma's schrijven

Nadat je verschillende van de projecten hebt voltooid zal het je duidelijk geworden zijn hoe de interface gebruikt moet worden om robots te besturen. Je zou dan in staat moeten zijn om zelf eenvoudige besturingsprogramma's te schrijven. De interface schakelt beide polen van de motoren aan de + of de − van de batterij.

Om de structuur van onze programma's te verduidelijken staat hiernaast uitgelegd wat de functie is van de verschillende standaardroutines.

ALS HET NIET WIL WERKEN

Controleer eerst zorgvuldig je programma. Wanneer je dan nog problemen hebt, loop dan de tabel hieronder door, waar een lijst van veelvoorkomende problemen samen met hun oplossing wordt gegeven.

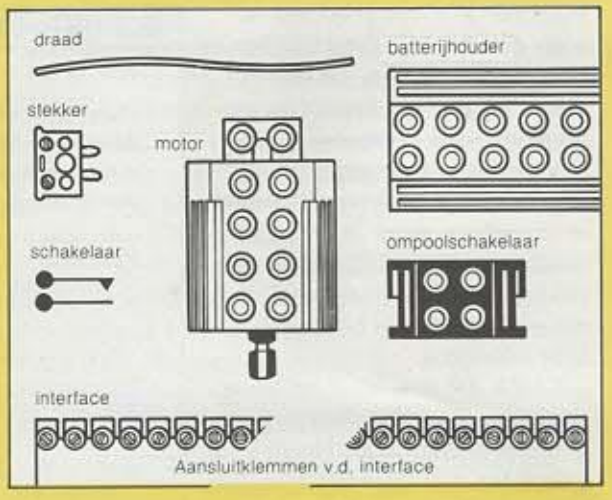
Probleem	Oplossing
– Geen enkele motor draait.	– Ga na of de batterijen nog goed zijn (verbind direct met motor). – Controleer alle verbindingen. – Ga na of de LEGO stekkers goed kontakt maken. – Controleer of je wel de juiste uitgang van de interface gebruikt. – Controleer of de batterijhouder niet verkeerd om op de interface is aangesloten.
– Eén van de motoren draait in de verkeerde richting.	– Verwissel de aansluitdraden van deze motor, door het stekkertje om te draaien.
– De motoren draaien maar worden niet gestopt vanuit de computer.	– Controleer of de schakelaar(s) wel op de juiste manier op de interface zijn aangesloten.

WAT HET BASISPROGRAMMA DOET

regelnr.	– wat er daar gebeurt
10	haal het getal A uit het programma
20	zet de computer en de interface in de juiste stand en ga daarna verder op regel 1010
21	evt. vervolg van regel 20.
100	wis het beeldscherm.
200	kijk even of er een toets is ingedrukt, als dat niet zo is, dan is IN$ na afloop 'leeg', is dat wel zo dan bevat IN$ de code van die toets.
210	wacht tot er een toets is ingedrukt, de code van die toets staat na afloop in IN$.
450	wacht een bepaalde tijd, de wachttijd moet door het hoofdprogramma worden meegegeven in SD. De wachttijd van deze regel is SD maal 1/10 seconde.
950	einde van het programma, dingen die in regel 20 waren veranderd worden nu weer in de 'gewone' stand gezet.
20000	stuur het (samengestelde) commando DA naar de interface. DA is door het hoofdprogramma ingevuld.
21000	lees het met MK aangegeven ingangsbit. MK moet door het hoofdprogramma zijn ingevuld. Na afloop is DA nul of ongelijk aan nul.

BEDRADING VAN DE SCHAKELING

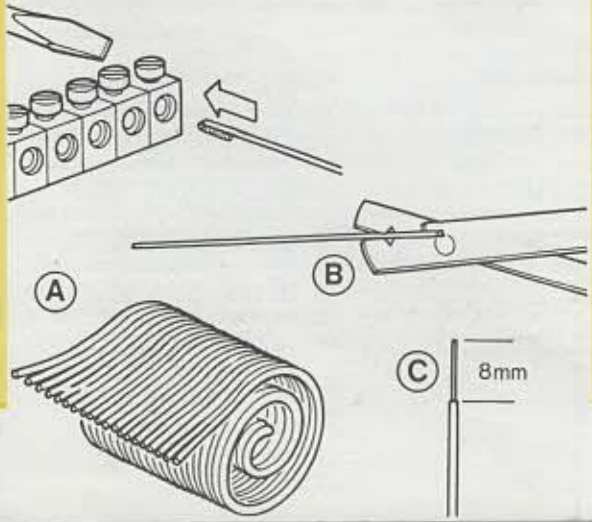
Om je robot te verbinden met de interface zul je enkele eenvoudige verbindingen moeten leggen. Bij elk project is een bedradingsschema getekend waarbij alle onderdelen zijn afgebeeld. In de meeste projecten wordt gebruik gemaakt van bandkabel. Deze kabel bestaat uit verschillende draden die met de zijkant aan elkaar vastzitten. Voor de projecten uit dit boek is het voldoende om ongeveer twee meter bandkabel met twintig geleiders aan te schaffen. Op onze bedradingsschema's wordt de interface links bovenaan afgebeeld (met gemarkeerde aansluitklemmen) en de andere onderdelen, zoals motoren en schakelaars, staan rechts onderaan. De bandkabel en alle andere elektronische onderdelen zijn verkrijgbaar in elke goede elektronicazaak.



DE VOEDING AANSLUITEN

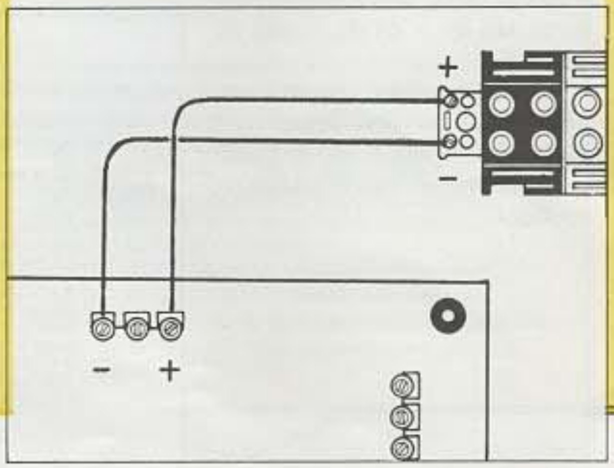
Voor de grotere ontwerpen laten we zien hoe je het beste de bandkabel kunt verknippen om de motoren en schakelaars aan te sluiten. Splijt dan het benodigde aantal draden van de brede bandkabel en knip de juiste lengte af. Verwijder ongeveer 8 mm van de plastic isolatie van de draadjes en draai de adertjes in elkaar. Een striptang is daarbij erg gemakkelijk.

Draai met een schroevendraaiertje de schroefjes van het aansluitblokje een beetje los. Buig het blanke einde van de draad om, steek het in het klemmetje en draai het schroefje stevig vast. Zo maakt de draad goed contact en breekt toch niet af als er aan getrokken wordt.



HET MAKEN VAN DE VERBINDINGEN

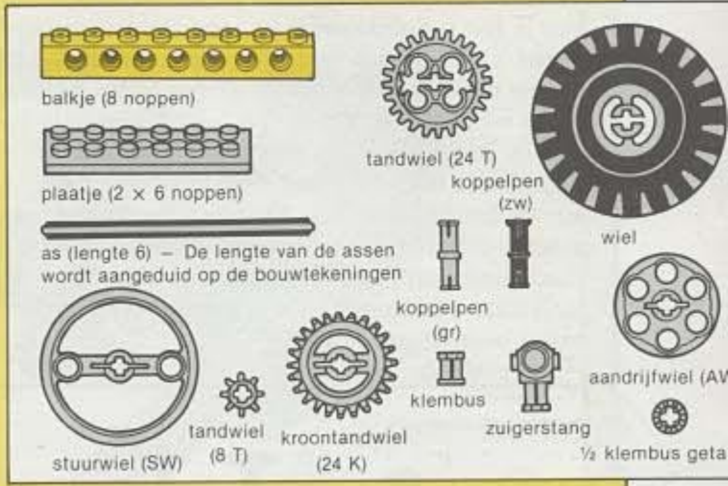
De motoren kunnen niet lopen op de stroom die uit de computer komt. Daarom moet er een aparte stroombron worden aangesloten op te interface. Dat kan een LEGO batterijstaaf zijn of een gelijkstroom voedingsapparaat, zoals een transformator voor een gelijkstroom modeltrein. Zorg er wel voor dat de voeding geen hogere spanning afgeeft dan waarvoor de motortjes geschikt zijn en dat de polariteit (de + en de −) niet verkeerd om wordt aangesloten. Gebruik de batterijstaaf daarom liever zonder ompoolschakelaar.



HET GEBRUIK VAN LEGO® Techniek

Alle robots uit dit boekje zijn gebouwd met de bouwdozen van LEGO Techniek. We hebben hiervoor gekozen omdat het een populair, sterk verbreid en zeer veelzijdig constructiesysteem is. Het is natuurlijk ook mogelijk robots te bouwen met andere constructiesystemen.

Om de bouw van onze robots te vergemakkelijken gaan we op dezelfde manier te werk als gebruikelijk bij LEGO bouwtekeningen: een stapsgewijze opbouw met tekeningen en uitleg. We gebruiken eveneens dezelfde namen die door LEGO worden gebruikt. De figuren rechts stellen de gebruikte onderdelen en hun namen voor. Op plaatsen waar verwarring mogelijk is in verband met de naam van een onderdeel of waar speciale onderdelen worden gebruikt, staan deze nog eens afzonderlijk afgebeeld bij de onderdelenlijst van dat bepaalde project.



LEGO ONDERDELEN DIE JE NODIG HEBT

De eerste projecten uit dit boekje zijn zo ontworpen dat ze gebouwd kunnen worden met een of meerdere LEGO basisdozen. Wanneer je de door ons gebruikte basisdozen niet bezit, kun je nog altijd proberen om ons ontwerp zodanig aan de passen dat je het wel kunt bouwen met de voor jou beschikbare onderdelen. Bovendien heeft LEGO Nederland een aparte afdeling voor levering van losse onderdelen. Zie adres op achterflap v.h. omslag.

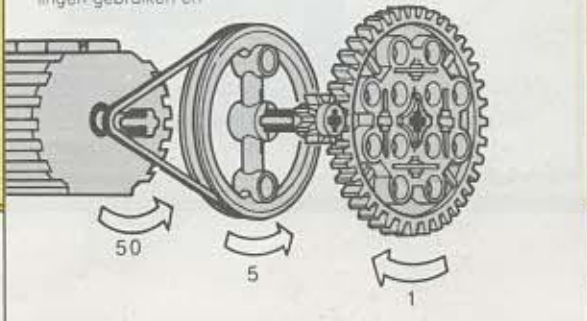
Misschien kun je onze ontwerpen zelfs nog verbeteren!

De bouwdozen met veel grijze koppelpennen, zwarte koppelpennen, tandwielen, stuurwielen/aandrijfwielen, assen en plaatjes zijn het meest geschikt voor het bouwen van robots. 'Inbouwmotor 8050' is de ideale bouwdoos om mee te beginnen. Als je de grotere robots wilt gaan bouwen, vormt aanvuldoos 8710 de beste aanvulling van technische onderdelen. De motoren die gebruikt worden zijn de 4,5V batterij-motoren.

MOTOREN EN VERTRAGINGSMECHANISMEN

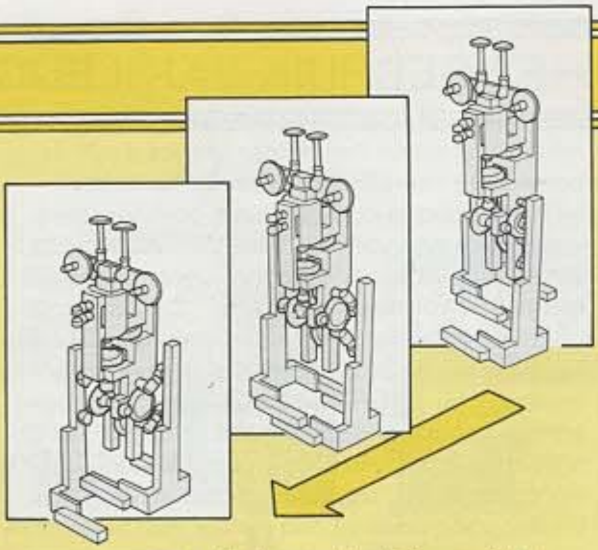
De meeste robots zijn eenvoudig te besturen als hun bewegingen voldoende traag zijn. In de instructie van je LEGO motor kun je lezen dat, om trage bewegingen te verkrijgen, je de snelheid kunt verlagen door middel van aandrijf-/stuurwiel- en tandwielkoppelingen. Een goede manier om dit te doen is een koppeling met een elastiekje te gebruiken tussen de as van de motor en een stuurwiel. Dit geeft een vertraging van 10 op 1. Plaatst men op de as van het stuurwiel een tandwiel met 8 tanden gekoppeld aan een tandwiel met 40 tanden dan verkrijgt men een verdere vertraging van 40 op 8 of van 5 op 1. Het globale effect hiervan is dat bij 50 omwentelingen van de motor de aangedreven as slechts 1 omwenteling maakt. Dit is een vertraging van 50 op 1.

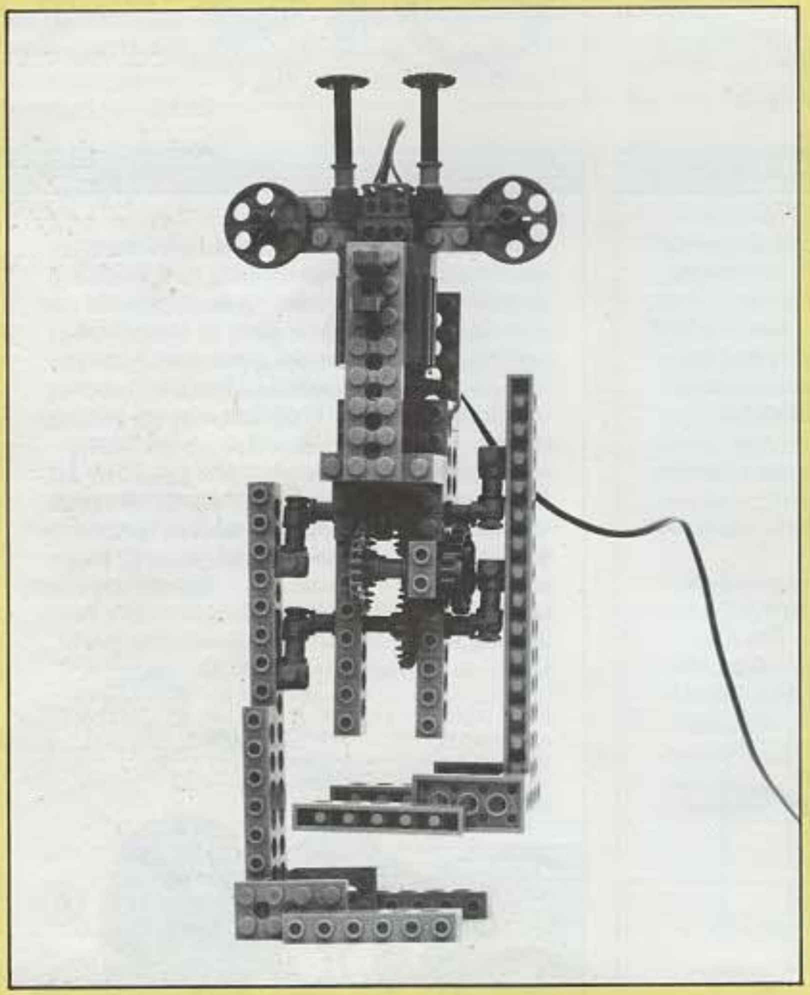
(Als je gebruik maakt van schakelsensoren kun je alleen tandwielkoppelingen gebruiken en geen aandrijfwielkoppelingen, omdat het elastiekje kan slippen.



WANDELENDE ROBOT

Met niet meer dan één motor en enkele onderdelen kun je een robot bouwen die rondwandelt op twee benen. Ons ontwerp beschrijft een robot die lijkt op een mens en ook wandelt als een mens. Onze robot wandelt goed omdat hij in elke positie in balans is. Je kunt hem op de eenvoudigste manier uitproberen door hem rechtstreeks te verbinden met de batterijen en hem in verschillende posities te laten stilstaan. Onze robot blijft altijd rechtop staan omdat zijn benen onbuigzaam zijn, zijn voeten elkaar overlappen en zijn gewicht verspreid wordt over de gehele voet.





Links, rechts, links, rechts!
De robot wandelt door langzaam een been op te heffen, het naar voor te bewegen, en het dan weer langzaam neer te zetten. Dit proces herhaalt zich nu met het andere been.

Als je vriend dezelfde robot bouwt kun je ze laten racen!

WAT JE NODIG HEBT

Alle onderdelen kunnen verkregen worden uit de motorbouwdoos 8700 (of 880) en aanvuldoos 8710.
n.b.: 14K = minikroonwiel
1 motor

balkjes

2	4	6	8	12	16
8	6	4	2	2	2

plaatjes

1×2	1×3	1×4	1×8	2×4	2×8
6	3	2	2	4	3

assen

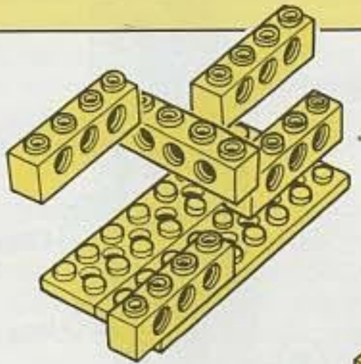
2	4	6	8
4	5	2	1

tandwielen/aandrijfwielen

8	24	14K	24K	AW
5	3	2	3	2

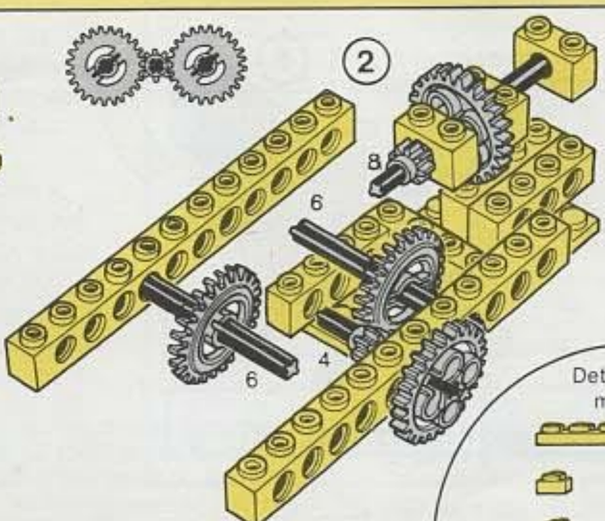
4	6	4	2	4	2

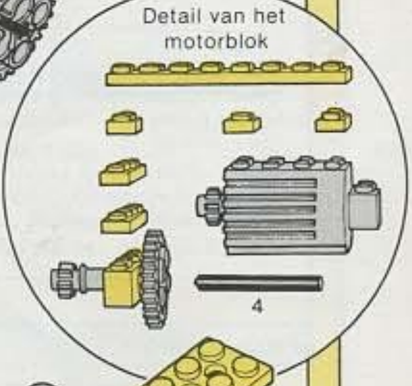
(1)



1. Begin met het bouwen van de rug van de robot. Druk de onderdelen stevig op elkaar.

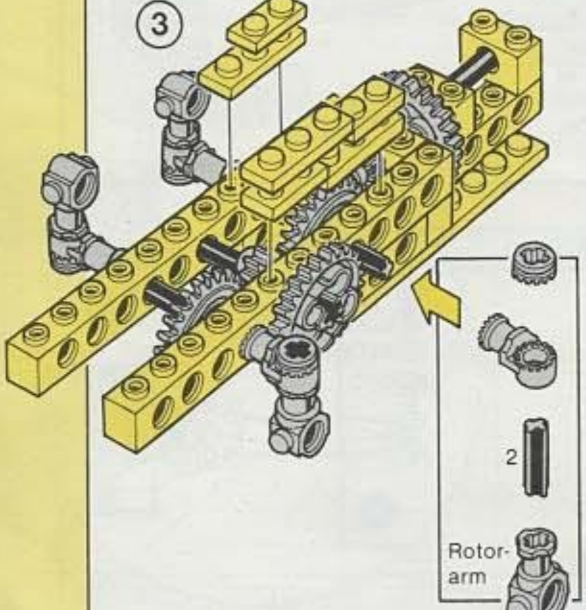
(2)





2. Breng nu de assen met de tandwielen aan. Zorg ervoor dat je ze op de juiste plaats op de as aanbrengt en ook onder de juiste hoek. Baseer je hiervoor op de tekening.

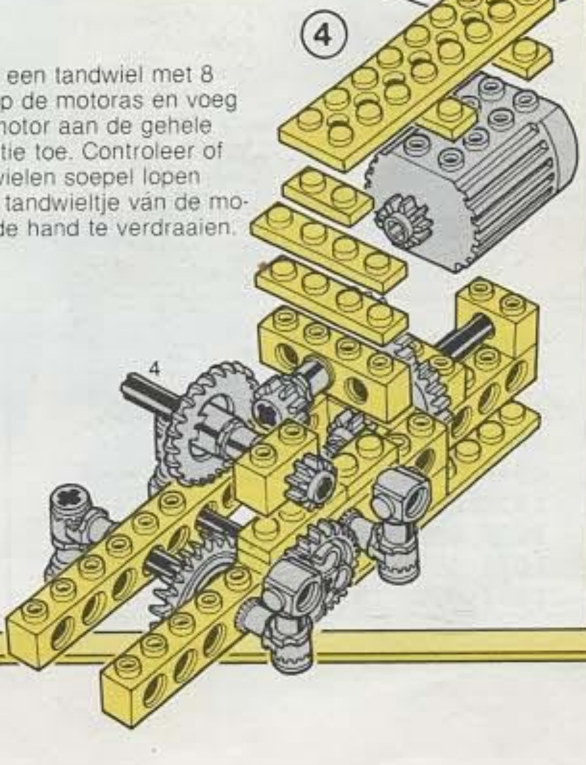
(3)



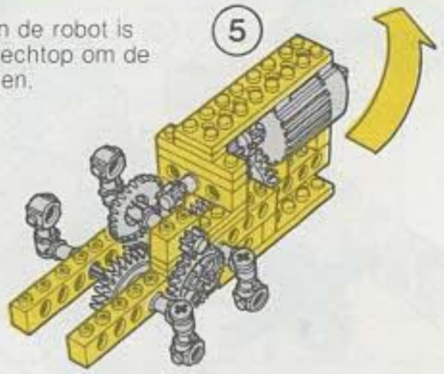
3. Maak nu de vier rotorarmpjes en plaats ze op de assen (lengte 6). De armpjes die zich aan dezelfde kant bevinden moeten onder dezelfde hoek staan, de twee andere zijn over 180 graden gedraaid. Baseer je op de tekening.

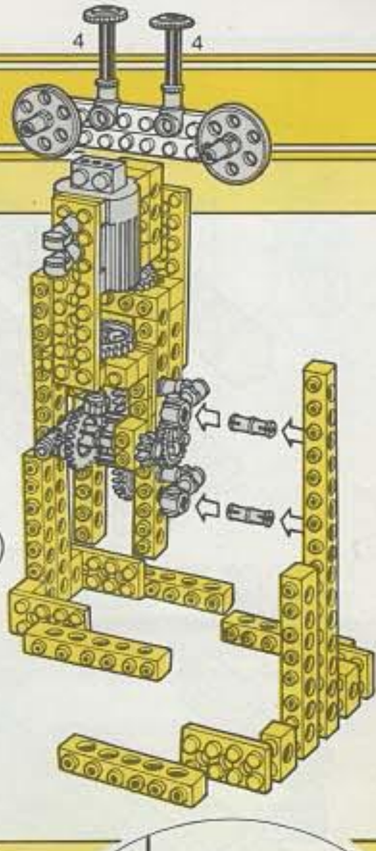
(4)

4. Plaats een tandwiel met 8 tanden op de motoras en voeg dan de motor aan de gehele constructie toe. Controleer of de tandwielen soepel lopen door het tandwieltje ván de motor met de hand te verdraaien.



5. Het lichaam van de robot is nu klaar. Zet het rechtop om de benen toe te voegen.





6. Bouw elk been zoals aangegeven op de tekening en bevestig beide aan het lichaam door middel van grijze koppenpellen. Plaats deze pennen in de rotorarmpjes en in het derde en het zevende gat van de balk met 16 noppen van elk been.

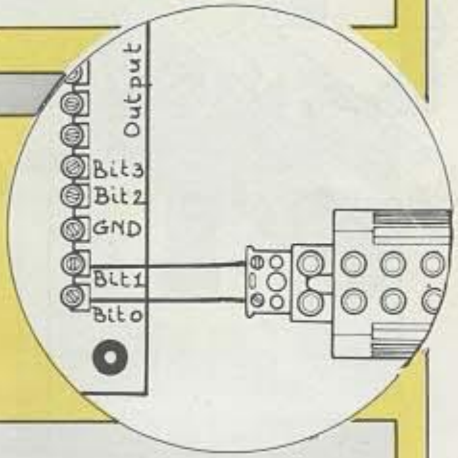
Ontwerp nu zelf een hoofd.

Probeer nu de robot uit door hem met de batterijen te verbinden. Als de bewegingen te stroef zijn, moet je eerst de tandwielen wat losser zetten voordat je de robot met de computer verbindt.

PROGRAMMA

Ga uit van de basisprogramma's voor jouw computer en type daarbij één van deze 2 programma's in. Programma 1 start de robot als een toets wordt ingedrukt en stopt de robot als opnieuw een toets wordt ingedrukt. (Je kunt een willekeurige toets gebruiken.) Programma 2 start de robot op dezelfde manier maar stopt hem automatisch na zeven seconden. Je kunt deze periode langer of korter maken door het getal 70 in regel 1050 groter of kleiner te nemen. Beide programma's kunnen gebruikt worden voor de besturing van één enkele motor in elke robot.

BEDRADING




```
1000 A = 500 : GOTO 20
1010 REM Besturing met toets
1020 PRINT "Toets voor start ";
1030 GOSUB 210 : PRINT
1040 DA = 1 : GOSUB 20000
1050 PRINT "Toets voor stop ";
1060 GOSUB 210 : PRINT
1070 DA = 0 : GOSUB 20000
1080 GOTO 1020
```

```
1000 A = 500 : GOTO 20
1010 REM Een tijdje lopen
1020 PRINT "Druk op een toets";
1030 GOSUB 210 : PRINT
1040 DA = 1 : GOSUB 20000
1050 SD = 70 : GOSUB 450
1060 DA = 0 : GOSUB 20000
1070 GOTO 1020
```

TEKENENDE SCHILDPAD

De computerfunctie bij onze wandelende robot uit project 1 bestond uit niet meer dan het aan- en uitschakelen van een motor. In dit project laat de computer de motor linksom of rechtsom draaien. Daardoor kan de schildpad twee bewegingen maken. Hij kan vooruit bewegen en hij kan ronddraaien.

Op onze schildpad zit een houder voor een viltstift zodat er lijnen worden getekend wanneer hij zich vooruit beweegt. Als hij ronddraait wordt er geen lijn getekend omdat de stift zich in het middelpunt van de draaicirkel bevindt. Leg een groot blad papier op een glad oppervlak en laat de schildpad hierop verschillende figuren tekenen. Teken eerst enkele lijnen in blauw en neem dan bijvoorbeeld een rode of een groene stift. Stiften met een zachte fijne punt zijn het meest geschikt voor onze schildpad.

WAT JE NODIG HEBT

Alle benodigde onderdelen zijn aanwezig in motor bouwdoos 8700 (of 880) en aanvuldoos 8710.

n.b.: 14K = minikroonwiel

2	4	6
8	4	2

balkjes

1×2	1×3	1×4	1×8	2×4	2×8
6	4	4	2	4	4

plaatjes

2	4	6	8	10
4	4	2	2	2

assen

8	24	24K	14K
5	2	3	2

tandwielen/aandrijfwielen

6	10	2	4	7	2	2

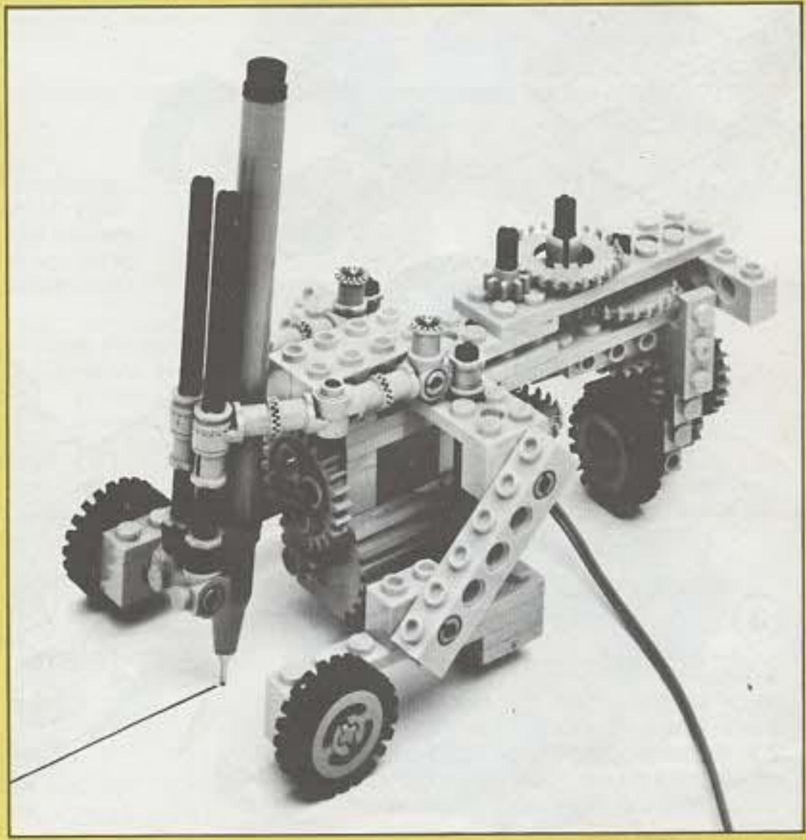
1 motor

3 kleine wielen

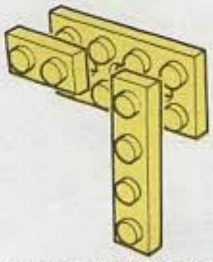
Achteraanzicht van de schildpad met de stifthouder

Ronddraaien

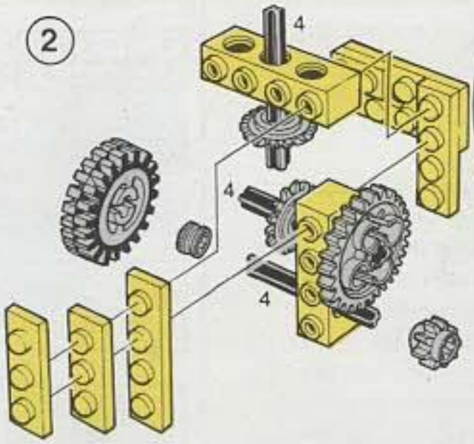
Als de motor in de ene richting draait, dan draait de aandrijving met het voorwiel totdat het wiel naar voor staat. Dan begint de schildpad zich vooruit te bewegen in een rechte lijn. Als de motor in de andere richting draait, dan draait de aandrijving van het voorwiel tot het wiel dwars staat waarna de schilpad begint rond te draaien in een cirkel met de stift als middelpunt.

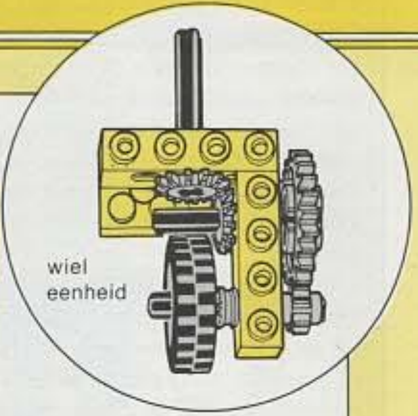


(1)

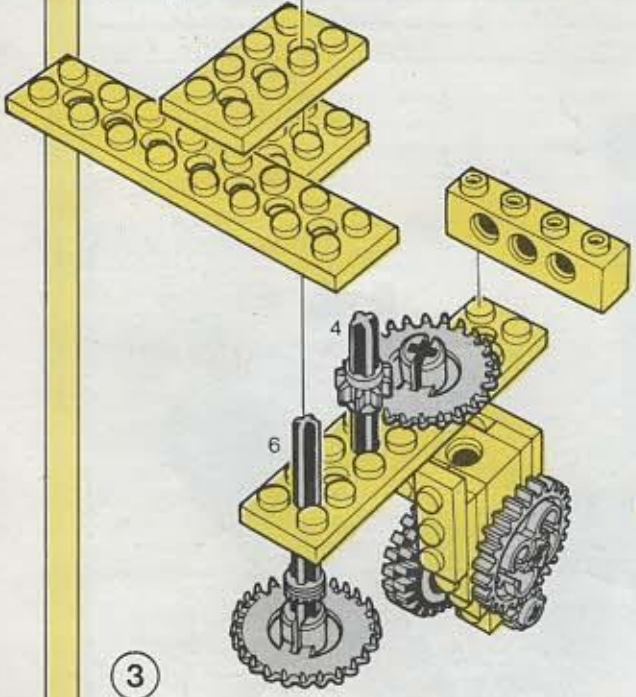


(2)



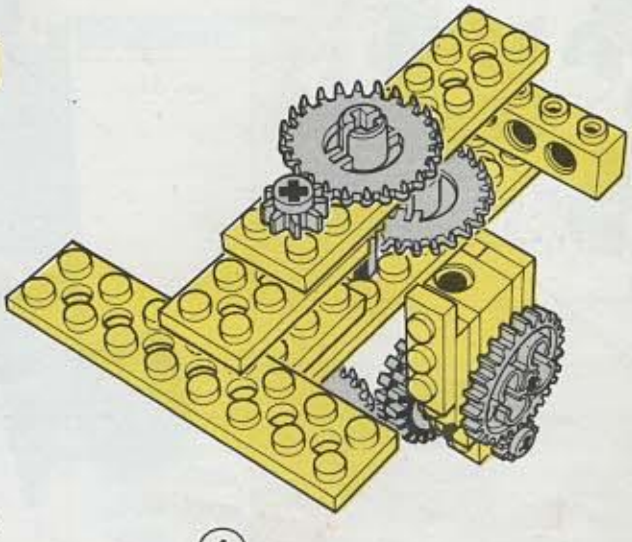


1-2. Bouw de aandrijving van het voorwiel zoals aangegeven op tekeningen 1 en 2. Controleer of alle tandwielen soepel lopen door het wieltje over een glad oppervlak te laten rollen.



(3)

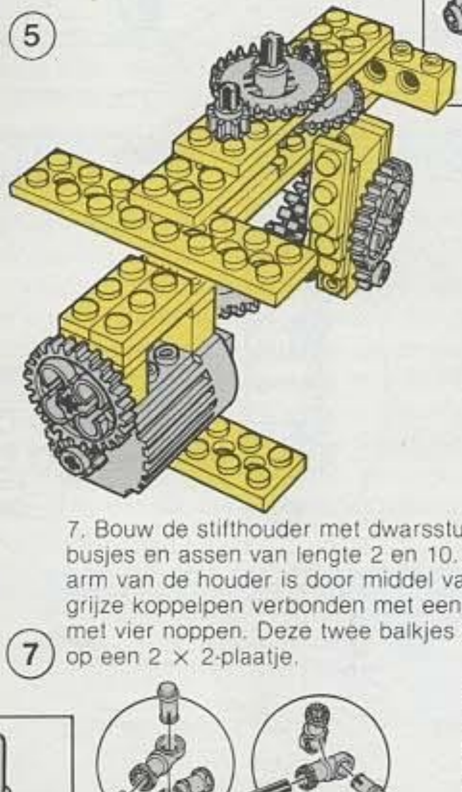
3. Bouw nu het hoofdgedeelte van de schildpad op de aandrijving van het voorwiel. De as van aandrijving gaat door het derde gat van het 2 × 8-plaatje. Zorg ervoor dat je de tandwielen op de juiste plaats op de as aanbrengt. Controleer opnieuw of het geheel soepel draait.

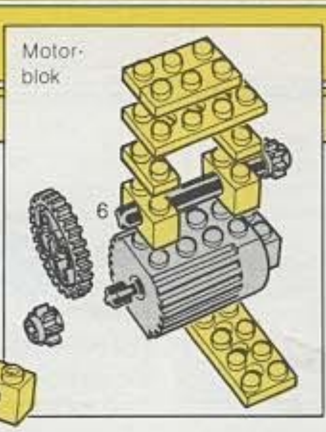


(4)

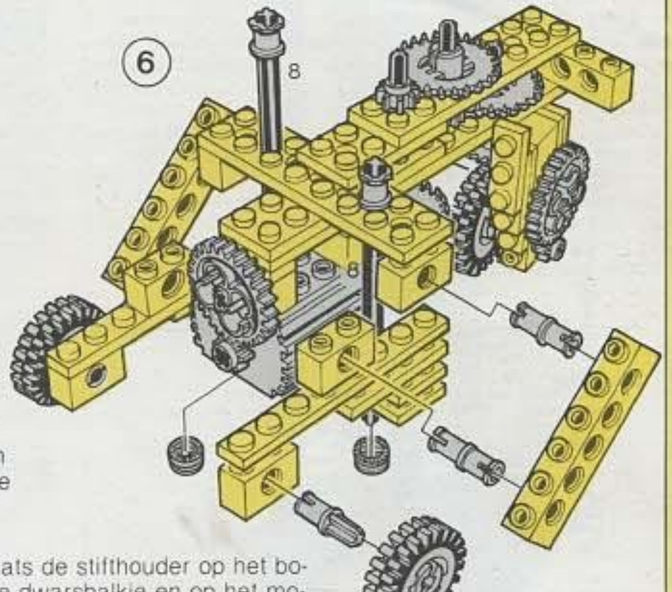
4. Voeg nu het bovenste plaatje toe en de twee volgende tandwielen zoals aangegeven op de tekening.

5. Bouw nu het motorblok en bevestig het onder de dwarsplaat. (Merk op dat dit de achterkant van de schildpad is.)

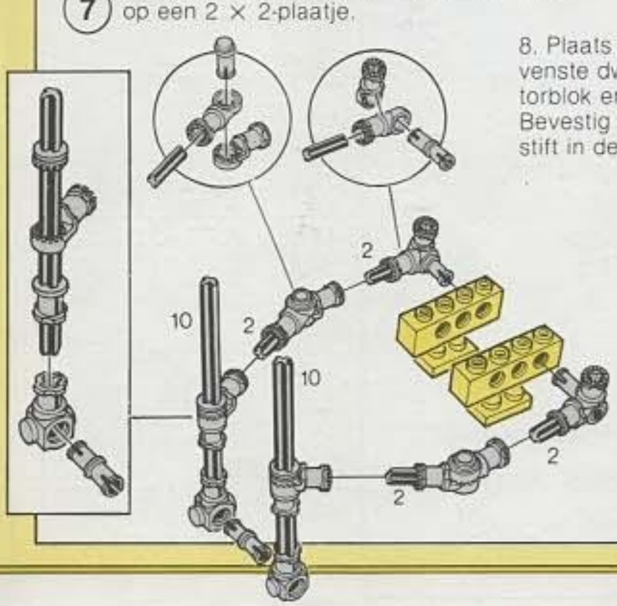




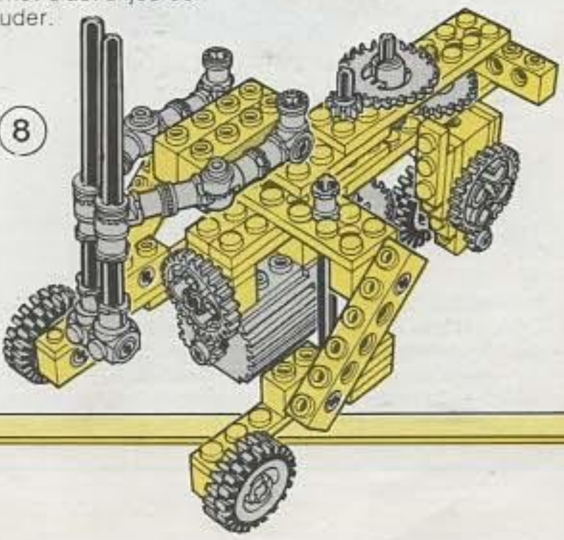
6. Steek de wielen op de daartoe bestemde pinnetjes en klik dit geheel vast in balkjes met twee noppen. Steek nu twee assen met lengte 8, voorzien van bussen, door de bovenste en onderste dwarsplaatjes van de contructie. Voorzie de assen onderaan van halve busjes. Zorg er wel voor dat de assen de grond niet raken.



7. Bouw de stifthouder met dwarsstukjes, busjes en assen van lengte 2 en 10. Elke arm van de houder is door middel van een grijze koppelpen verbonden met een balkje met vier noppen. Deze twee balkjes staan op een 2 × 2-plaatje.

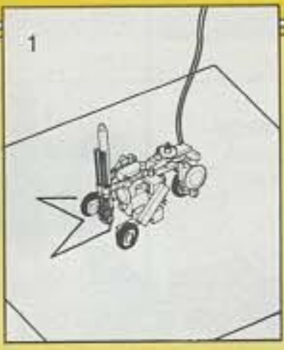


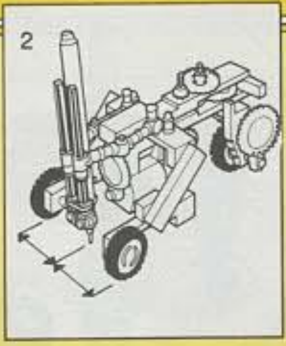
8. Plaats de stifthouder op het bovenste dwarsbalkje en op het motorblok en druk hem stevig vast. Bevestig nu met elastiekjes een stift in de houder.



Tips

1. Om te vermijden dat de draad verward raakt in de wielen als de schildpad ronddraait kun je deze met een elastiekje boven op de schildpad vastmaken. Houd de draad nu zo vast dat hij van bovenaf naar de schildpad loopt.
2. Zorg er voor dat de stift precies in het midden tussen de twee achterwielen op het papier komt om te vermijden dat een klein cirkeltje zou worden getekend bij het draaien.



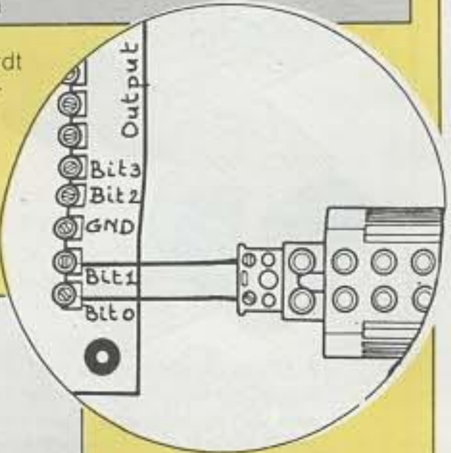


PROGRAMMEREN

In het eerste programma wordt de schildpad rechtstreeks gestuurd vanuit het toetsenbord. De 'D' laat de schildpad draaien en de 'L' laat hem vooruit lopen en de 'S' laat hem stilstaan. Het tweede programma laat de schildpad verschillende bewegingen uitvoeren zodat bepaalde figuren worden getekend. De DATA regels bevatten paren getallen. Het eerste bepaalt hoever de schildpad vooruitloopt, het tweede hoeveel graden hij daarna draait. De bewegingen worden beeindigd wanneer een nul wordt gelezen. Regels 2501 t/m 2506 geven verschillende figuren. Door deze regels in te typen als regel 2500 kun je de figuren selecteren. Je kunt zelf nog verder experimenteren door nieuwe DATA regels voor andere figuren te maken.

BEDRADING

De interface wordt hier gebruikt tussen 2 bits, zodat de motor in twee richtingen kan draaien.




```
1000 A = 500 : GOTO 20
1010 GOSUB 100 : PRINT "Bestuur de schildpad:"
1020 PRINT : PRINT "L = lopen" : PRINT "D = draaien"
1030 PRINT "S = stilstaan" : PRINT "E = einde"
1040 PRINT : GOSUB 210 : DA = -1
1050 IF (IN$="L") OR (IN$="l") THEN DA = 2
1060 IF (IN$="D") OR (IN$="d") THEN DA = 1
1070 IF (IN$="S") OR (IN$="s") THEN DA = 0
1080 IF (IN$="E") OR (IN$="e") THEN 950
1090 IF DA<>-1 THEN GOSUB 20000
1100 GOTO 1010
```

```
1000 A = 500 : GOTO 20
1010 GOSUB 100 : PRINT "Figuren tekenen"
1020 SK = 0.80 : REM Snelheidskorrektie
1030 DT = 31 : REM Dode tijd
1040 DA = 2 : GOSUB 1100 : DA = 1 : GOSUB 1100
1050 GOTO 1040
1100 REM *** Rijden of draaien ***
1110 READ A : GOSUB 20000 : IF A=0 THEN 950
1120 SD = (DT+A)*SK/10 : GOSUB 450
1130 DA = 0 : GOSUB 20000 : RETURN
2500 DATA 100,0,"Een stukje vooruit rijden"

2501 DATA 40,360,40,0,"Een hele draai maken"
2502 DATA 100,180,100,180,0,"Rij heen en terug"
2503 DATA 100,120,100,120,100,120,0,"Driehoek"
2504 DATA 80,90,80,90,80,90,80,90,0,"Vierkant"
2505 DATA 99,144,99,144,99,144,99,144,99,144,0
2506 DATA 50,60,50,60,50,60,50,60,50,60,50,60,0
```

Afregelen: De snelheid van de schildpad moet worden verwerkt in het programma. Dit gaat als volgt:

1. Selecteer de hele draai (360°) en pas de snelheidskorrectie (regel 1020) aan zodat de schildpad over 360° draait.
2. Selecteer regel 2506, (een honingraat-zeshoek) en pas de dode tijd (regel 1030) aan op een goede figuur.
3. Herhaal stappen 1 en 2 tot alles goed zit.

LIFTBESTURING

Hoe besturen we een lift zonder liftboy? Het is vrij eenvoudig om met een computer een motor te laten draaien in twee richtingen (zie schildpad), maar hoe kunnen we aan de computer duidelijk maken wanneer de lift moet stoppen als hij op de juiste verdieping is aangekomen? We zouden kunnen uitzoeken hoeveel tijd de lift nodig heeft om één verdieping hoger of lager te gaan. Deze periode zal echter korter of langer worden naarmate het gewicht in de lift kleiner of groter wordt. Een betere manier is aan de computer door te geven waar de lift zich bevindt.

Zoals je weet bevinden zich op de interface twee ingangspoorten. Als deze worden verbonden met een gewone schakelaar dan kan de computer bepalen of deze schakelaar geopend of gesloten is. In het door ons gebruikte mechanisme wordt een schakelaar geopend en gesloten als de windas van de lift draait. De computer telt eenvoudigweg hoeveel maal deze schakelaar geopend wordt en hierdoor kan hij bepalen hoever de motor de lift heeft verplaatst. De schakelaar wordt gemaakt met zilverpapier, een elastiekje, een paperclip en LEGO onderdelen.

WAT JE NODIG HEBT

Alle benodigde onderdelen zijn aanwezig in basisdoos 8050. De schakelaar moet je zelf maken.

2	4	6	8	12	16	
4	2	4	5	4	6	balkjes

1×2	1×6	2×4	2×6	2×8	4×6	
8	8	2	4	1	1	plaatjes

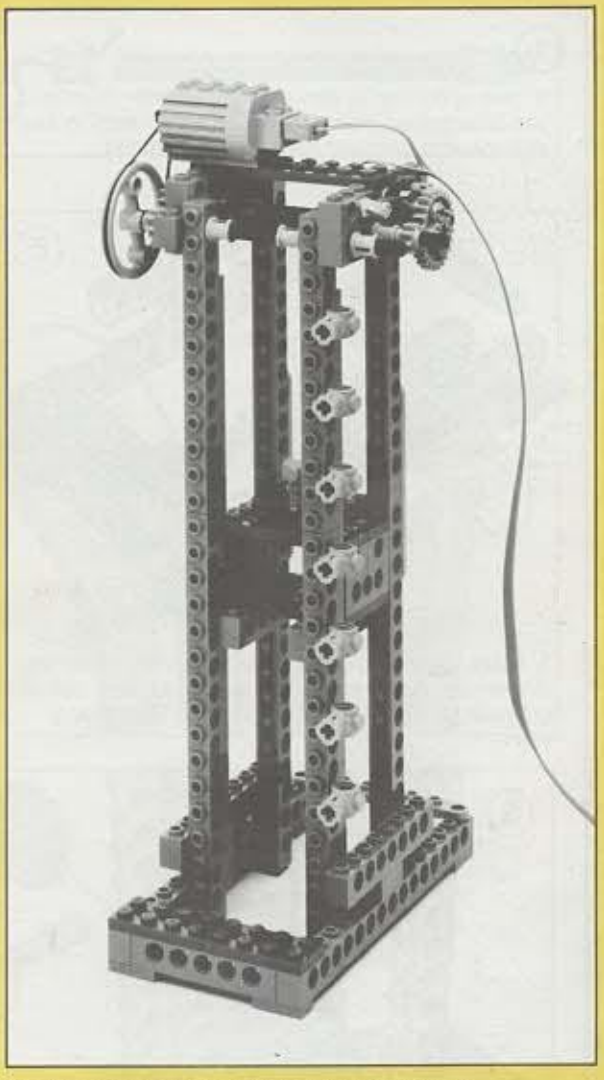
10	12	
1	2	assen

8	24	SW	
2	2	1	assen

10	7	8	7

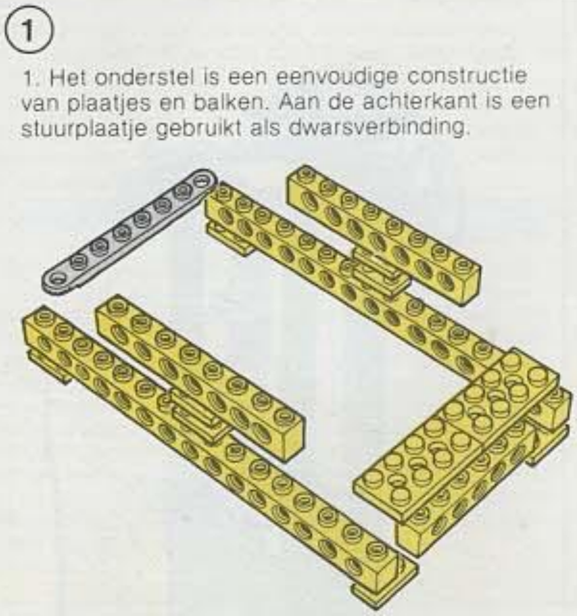
tandwielen/aandrijfwielen

1 motor, 3 stuurplaatjes (1 × 8), 2 elastiekjes, 30 cm dun touw, een stuk zilverpapier, een paperclip, 50 cm 4-aderige bandkabel.

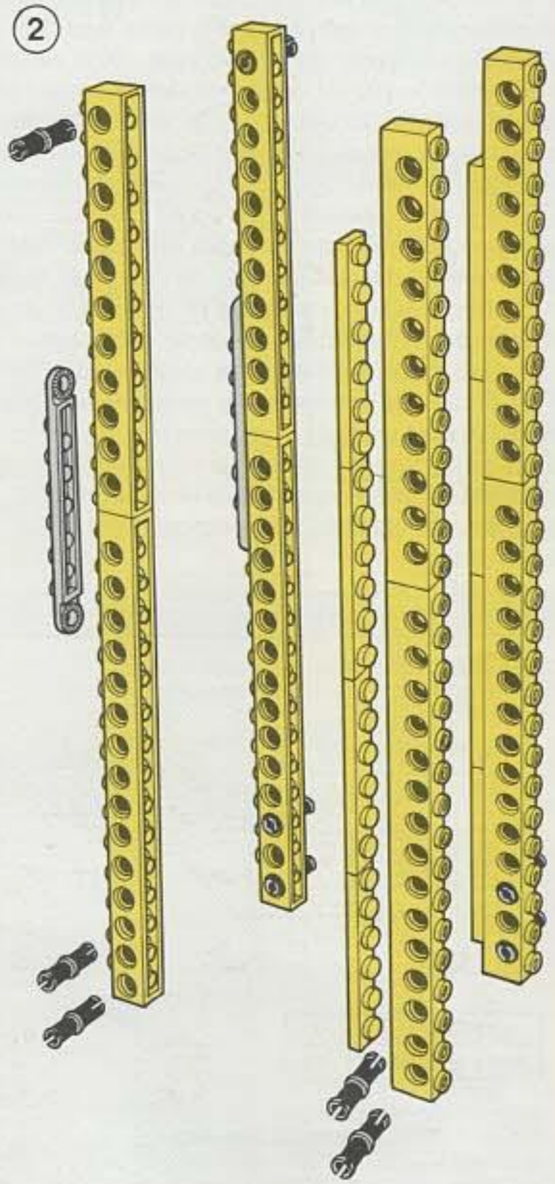


Van de vierde naar de zesde verdieping!
De liftkooi wordt opgetrokken door een stukje touw dat wordt gewonden om een windas bovenaan de liftkoker. Als de liftkooi naar boven of naar beneden gaat wordt de schakelaar zes maal geopend tussen elke verdieping. De schakelaar stuurt pulsen naar de computer die geprogrammeerd werd om de liftkooi te stoppen na een veelvoud van zes pulsen. (Dus na 6, 12, 18, 24, 30, 36 of 42 pulsen.) Om nu van de vierde naar de zesde verdieping te gaan moet de computer dus 2 × 6 = 12 pulsen tellen.

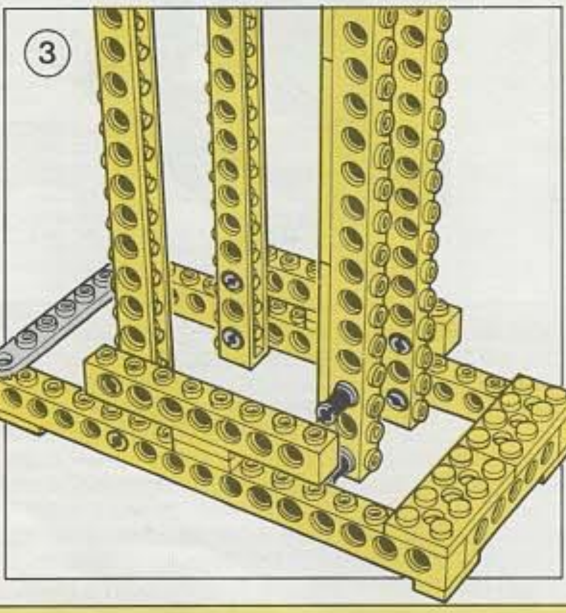
1. Het onderstel is een eenvoudige constructie van plaatjes en balken. Aan de achterkant is een stuurplaatje gebruikt als dwarsverbinding.

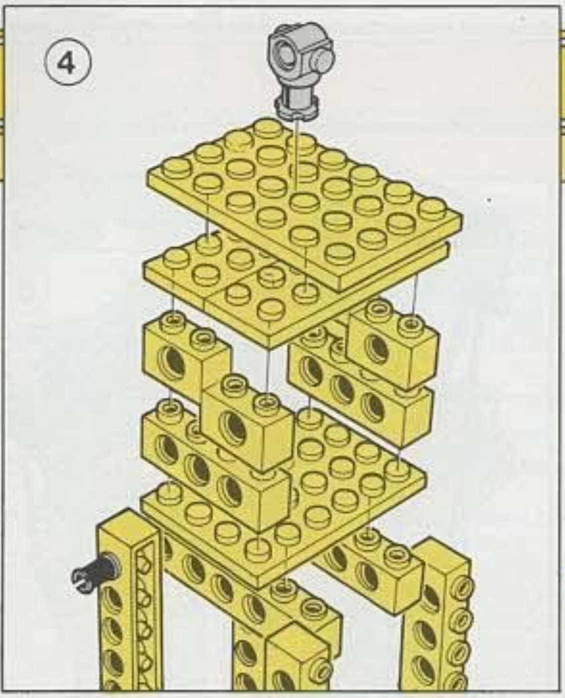


2. Bouw afzonderlijk de vier vertikale steunzuilen. Plaats de zwarte koppelpennen aan boven- en onderkant zoals aangegeven op de tekening.

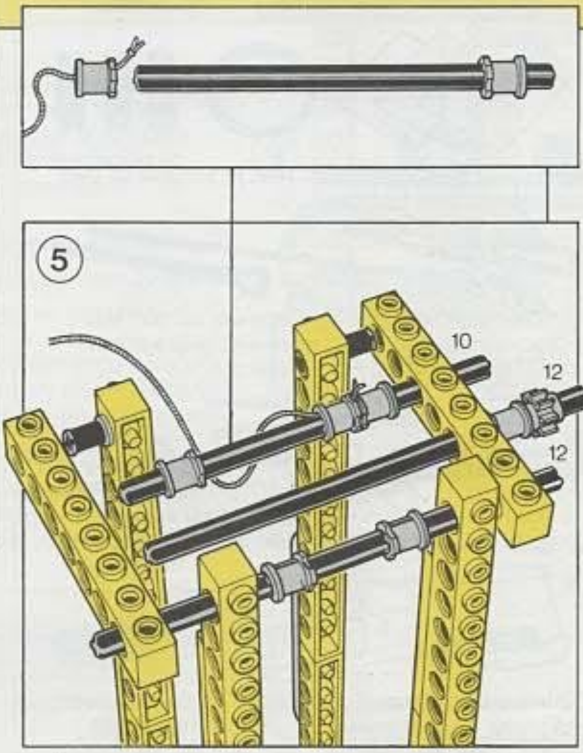


3. Maak de steunzuilen nu vast aan het onderstel. (Alleen de onderkanten van de steunzuilen zijn afgebeeld.) Druk de zwarte koppelpennen stevig vast.

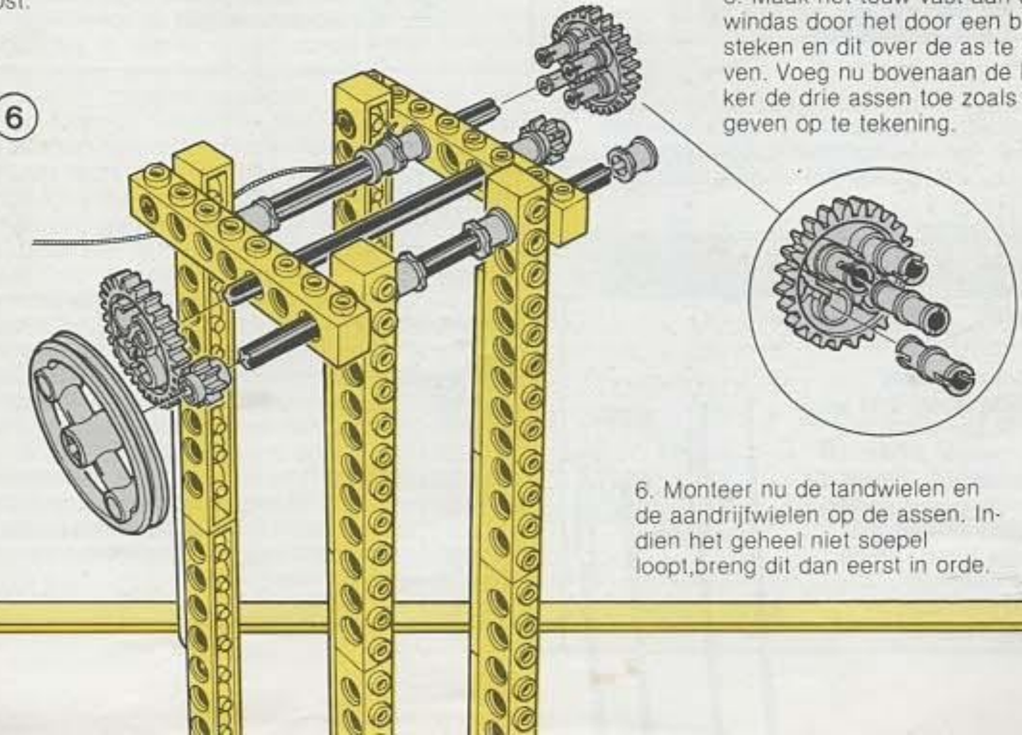




4. Bouw de liftkooi uit balkjes en plaatjes. Je kunt de liftkooi groter maken door meer balkjes toe te voegen. Schuif de liftkooi nu bovenaan in de liftkoker. Je moet deze hierin soepel op en neer kunnen bewegen. Als dit niet zo is moet je zorgvuldig nagaan of je alle instructies goed hebt opgevolgd. Ga niet verder met bouwen zolang je dit probleem niet hebt opgelost.

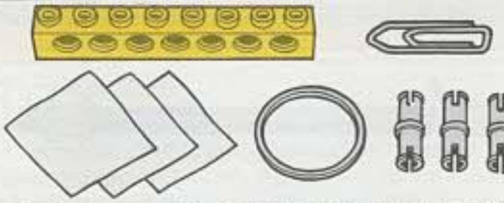


5. Maak het touw vast aan de windas door het door een busje te steken en dit over de as te schuiven. Voeg nu bovenaan de liftkoker de drie assen toe zoals aangegeven op te tekening.

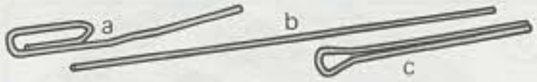


6. Monteer nu de tandwielen en de aandrijfwielen op de assen. Indien het geheel niet soepel loopt,breng dit dan eerst in orde.

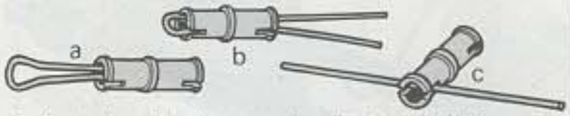
CONSTRUCTIE VAN DE SCHAKELAAR



1. Buig de paperclip recht met je vingers of met behulp van een tangetje.

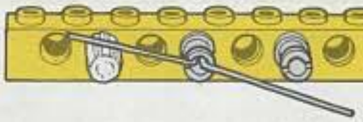


2. Buig hem nu zoals aangegeven op de tekening en steek deze dan door een grijze koppelpen. De lus moet 3 mm breed zijn.

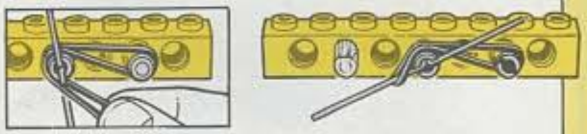


3. Buig de uiteinden van de clip naar buiten. Zorg ervoor dat ze mooi in de sleuven schuiven.

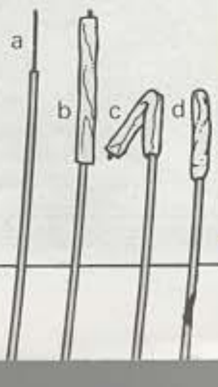
4. Wikkel een andere koppelpen in zilverpapier en steek de drie pennen in de juiste gaten.

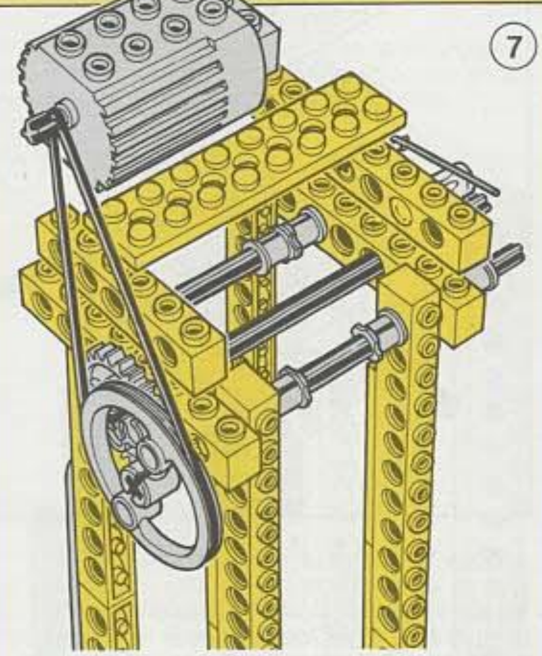


5. Maak het elastiekje vast aan de derde pen, trek het achter de paperclip over de tweede pen en maak het vast aan het onderste gedeelte van de schakelaararm. (Bekijk het eindresultaat op de figuur bij stap 8.)



6. Maak nu de stekkers. Verwijder de isolatie van één uiteinde van elk van beide draden over ongeveer 1 cm. Wikkel nu ongeveer 2,5 cm zilverpapier rond beide uiteinden maar zorg er voor dat nog ongeveer 2 mm van de geleider zichbaar blijft. Buig nu de draad om zodat hij een mooie stekker vormt.

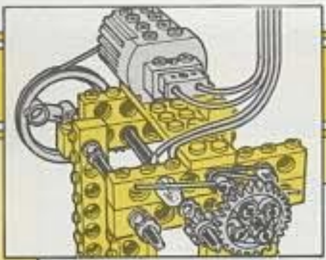


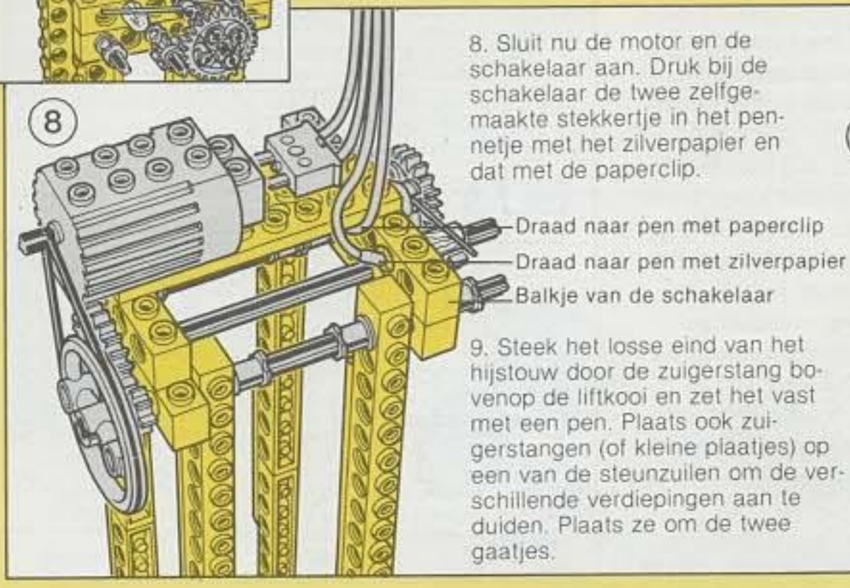


7. Plaats de schakelaar op de liftkoker. Plaats ook een soortgelijk balkje aan de andere kant. Voeg tevens het dwarsplaatje en de motor toe. De paperclip van de schakelaar moet volledig rondgedraaid worden voordat de schakelaar gemonteerd wordt.

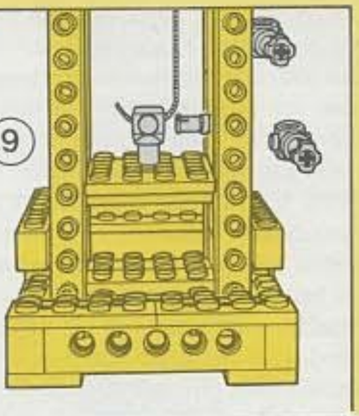
Tips

1. Zorg er voor dat de liftkoker stevig is maar let er tevens op dat de liftkooi soepel op en neer kan bewegen binnen de koker. Zorg er ook voor dat het hijstouw niet te lang is en dat er geen eindje touw loshangt dat verstrikt kan raken in het aandrijfsysteem.
2. Het kan gebeuren dat de liftkooi niet soepel naar beneden wil bewegen. Dit probleem kan eenvoudig worden verholpen door deze zwaarder te maken.
3. Wij plaatsten een ompoler op de batterijhouder. Dit is niet absoluut noodzakelijk maar het stelt je in staat om de motor met de hand uit schakelen als de liftkooi te ver omhoog zou willen gaan.
4. De paperclip moet op en neer bewegen als de aangedreven as draait. Het moet op het ene moment in contact komen met het zilverpapier van de pen en het volgende moment moet het zich er een paar millimeter boven bevinden.

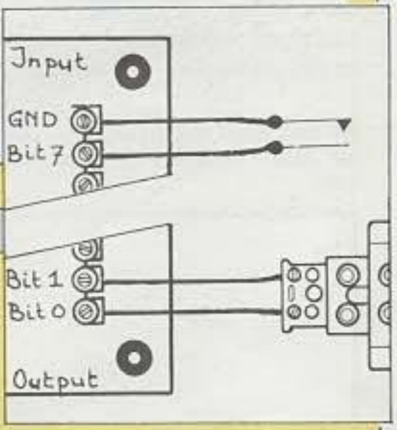




8. Sluit nu de motor en de schakelaar aan. Druk bij de schakelaar de twee zelfgemaakte stekkertje in het pennetje met het zilverpapier en dat met de paperclip.



9. Steek het losse eind van het hijstouw door de zuigerstang bovenop de liftkooi en zet het vast met een pen. Plaats ook zuigerstangen (of kleine plaatjes) op een van de steunzuilen om de verschillende verdiepingen aan te duiden. Plaats ze om de twee gaatjes.



PROGRAMMEREN

Het programma kan de lift naar een willekeurige verdieping brengen. Als je het programma laat lopen wordt er wel verondersteld dat de liftkooi helemaal van beneden vertrekt. Als dit niet zo is, verbind dan de motor rechtstreeks met de batterijen en breng zo de liftkooi naar de onderste verdieping. Verbind dan de motor opnieuw met de interface. Het programma zal vragen: 'naar welke verdieping (1-7)?' Geef een nummer in van 1 tot 7 en druk daarna RETURN. De liftkooi zal dan naar de gekozen verdieping bewegen en daar automatisch stoppen. Dit gebeurt door de motor in de juiste richting te laten draaien en dan het aantal pulsen van de schakelaar te tellen. (Als je een hogere liftkoker wil gebruiken dan moet je het getal 7 in regels 1030 en 1050 veranderen in het aantal verdiepingen van jouw liftkoker.) Het programma zal nu opnieuw dezelfde vraag stellen. Je zult merken dat wanneer je nu '2' ingeeft, de liftkooi naar de tweede verdieping verplaatst zal worden en niet gewoon twee verdiepingen naar boven of naar beneden.

BEDRADING

De bedrading is dezelfde als van de schildpad. Hier komt alleen de zelfgemaakte schakelaar bij.

```
1ØØØ A = 5ØØ : GOTO 2Ø
1Ø1Ø HV = 1
1Ø2Ø GOSUB 1ØØ : PRINT "Lift bediening"
1Ø3Ø PRINT "Naar welke verdieping (1-7)";
1Ø4Ø INPUT NV : NV = INT(NV) : IF NV=Ø THEN 95Ø
1Ø5Ø IF (NV>7) OR (NV<1) OR (NV=HV) THEN 1Ø3Ø
1Ø6Ø VE = NV-HV : DA = 2
1Ø7Ø IF VE<Ø THEN DA = 1 : VE = -VE
11ØØ GOSUB 2ØØØØ : REM * Zet de motor aan *
111Ø MK = 128 : FOR I = 1 TO VE*6
112Ø GOSUB 21ØØØ : IF DA<>Ø THEN 112Ø
113Ø GOSUB 21ØØØ : IF DA=Ø THEN 113Ø
114Ø NEXT I
115Ø DA = Ø : GOSUB 2ØØØØ : REM * Motor uit *
116Ø HV = NV : GOTO 1Ø2Ø
```

KAARTLEZER

Dit eenvoudige apparaat stelt de computer in staat een bepaalde gecodeerde kaart te herkennen. Het kan gebruikt worden in een beveiligingssysteem voor een brandkast of voor een deur zodat slechts bepaalde mensen toegang hebben tot die ruimte.

De kaarten worden gemaakt uit vrij dun maar stevig karton. Het codegetal is op elke kaart binair aangebracht door een rij geponste gaatjes. Misschien ben je reeds vertrouwd met binaire getallen uit het handboek van je computer of je hebt het misschien op school of op de computerclub geleerd. Om een getal binair te schrijven hebben we slechts twee cijfers nodig, 0 en 1. Dus 1 is 1 in binaire vorm, 2 is 10, 3 is 11 en 4 is 100. In onze kaartlezer wordt een 1 voorgesteld door een gaatje en het ontbreken van een gaatje betekent een 0.

Als een kaart in de kaartlezer wordt gebracht, wordt het daarin gecodeerde getal door de computer ingelezen.

WAT JE NODIG HEBT

Het grootste gedeelte van de onderdelen is aanwezig in motorbouwdoos 8050.

2	4	6	8	12	16	
4	2	2	2	4	4	balkjes

1×2	1×6	2×4	2×6	4×6	
8	6	1	3	1	plaatjes

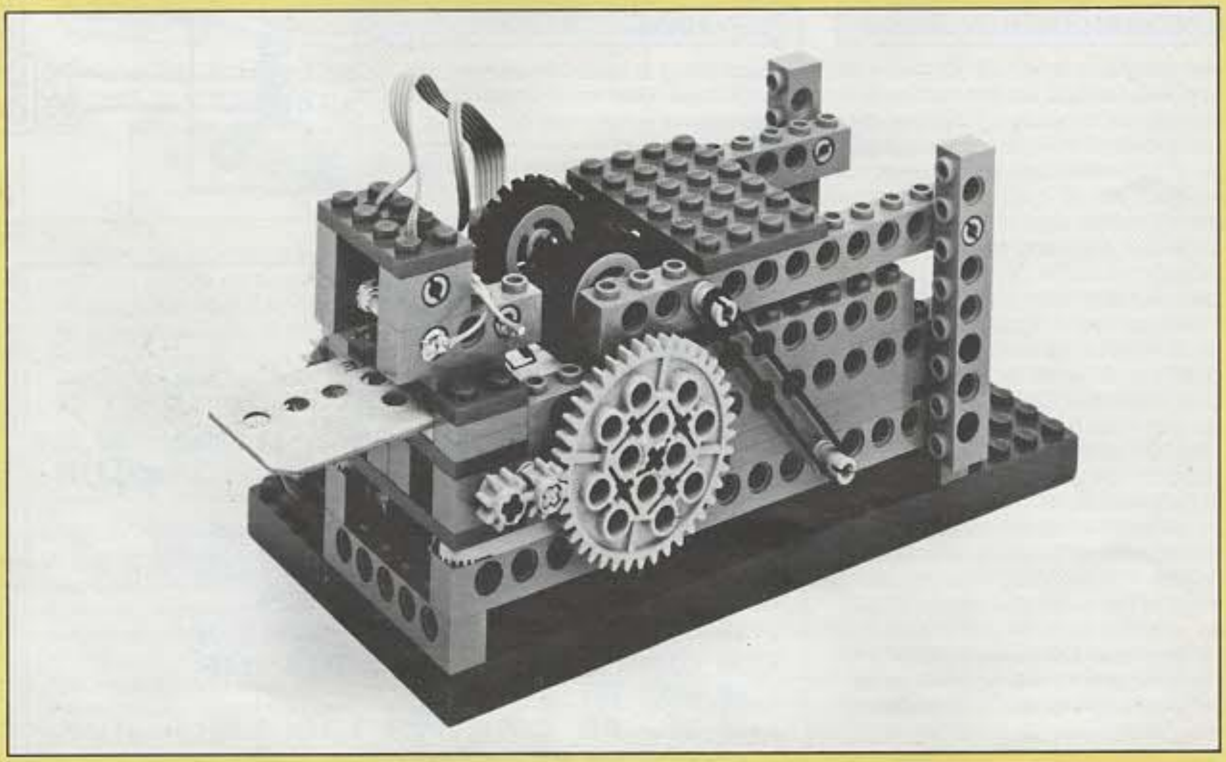
6	8	
2	3	assen

8	24	40	AW
3	1	1	1

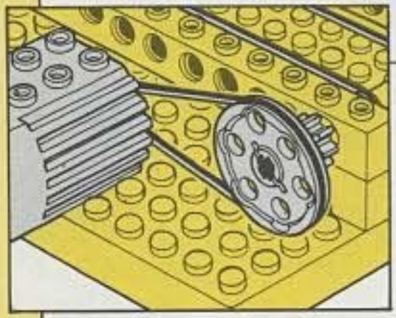
tandwielen/aandrijfwielen

1	10	4	4

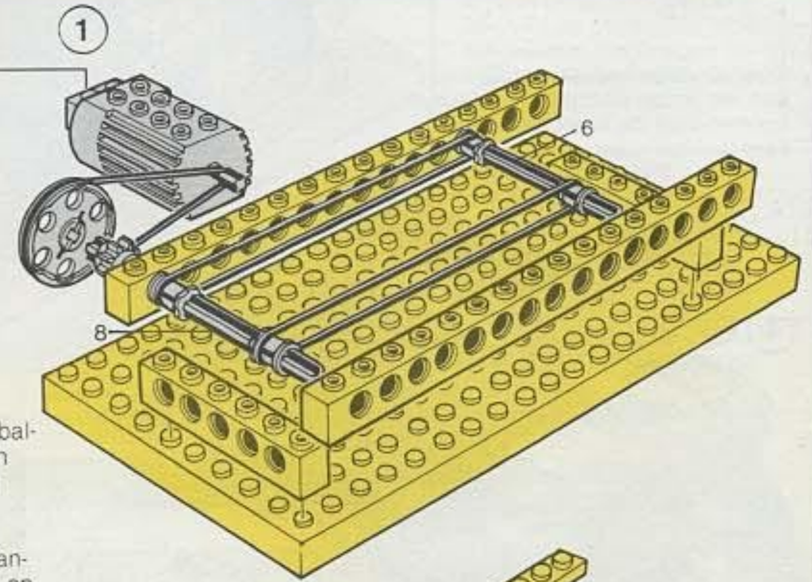
1 motor, 4 kleine wielen, 1 grondplaat (10 × 20), 6 elastiekjes, 1 stuurplaatje (1 × 8), 2 tegelsteentjes (1 × 2), 50 cm 6-aderige bandkabel, een stuk zilverpapier, 2 paperclips.



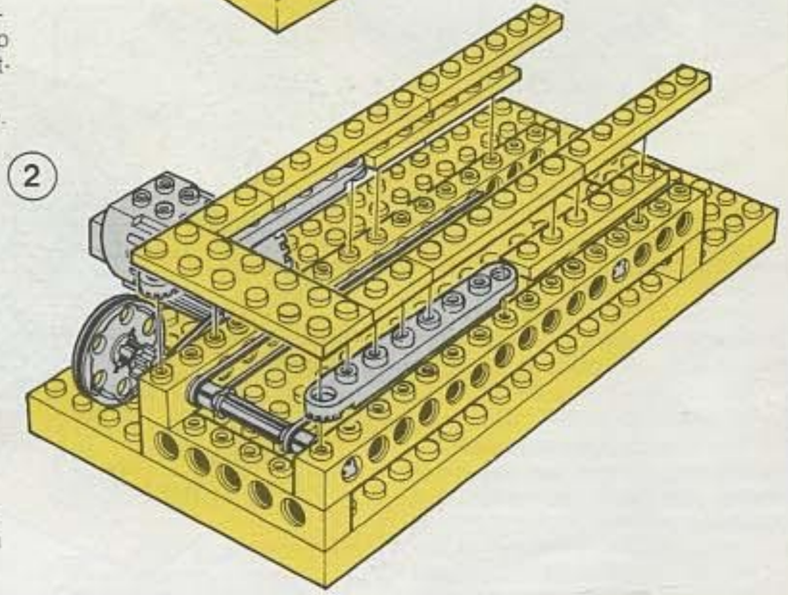
Dit is een beveiligingscontrole!
Nadat de kaart op de juiste manier in de kaartlezer is gebracht, wordt de rechterschakelaar van de kaartlezer geopend en de computer schakelt de motor aan. De kaart wordt door de wielen van de kaartlezer naar binnen getrokken en de gaten schuiven onder de schakelaars door. Aan de hand van de rij gaten op de linkerzijde van de kaart bepaalt de computer hoever deze reeds uitgelezen is. De rij gaten op de rechterzijde bevat het codegetal. Wanneer de computer het codegetal volledig ingelezen heeft blijft de motor nog even draaien tot de kaart uit de lezer geworpen is, en wordt dan uitgeschakeld.



Detail van de motorbevestiging op de grondplaat.

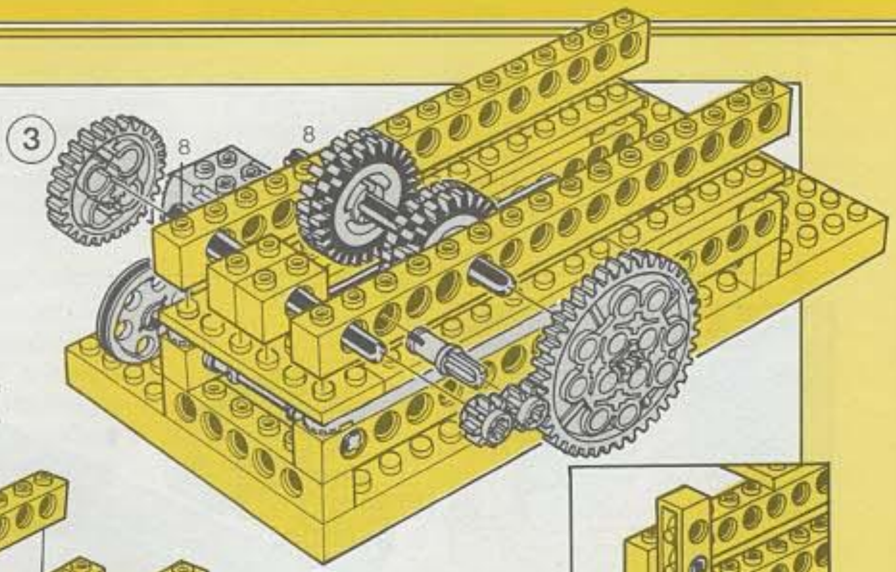


1. Bevestig eerst de twee dwarsbalken op de grondplaat. Schuif dan de klembusjes over de assen en steek deze door de lange balk. Schuif nu de elastiekjes over de busjes en voeg dan de tweede lange balk toe. Plaats nu dit geheel op de twee dwarsbalken. Voeg tenslotte het tandwieltje, het aandrijfwiel met het elastiekje en de motor toe.

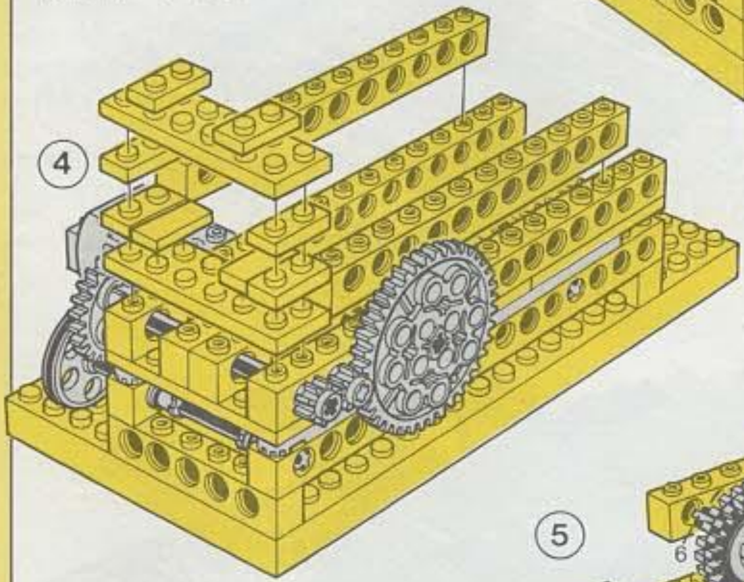


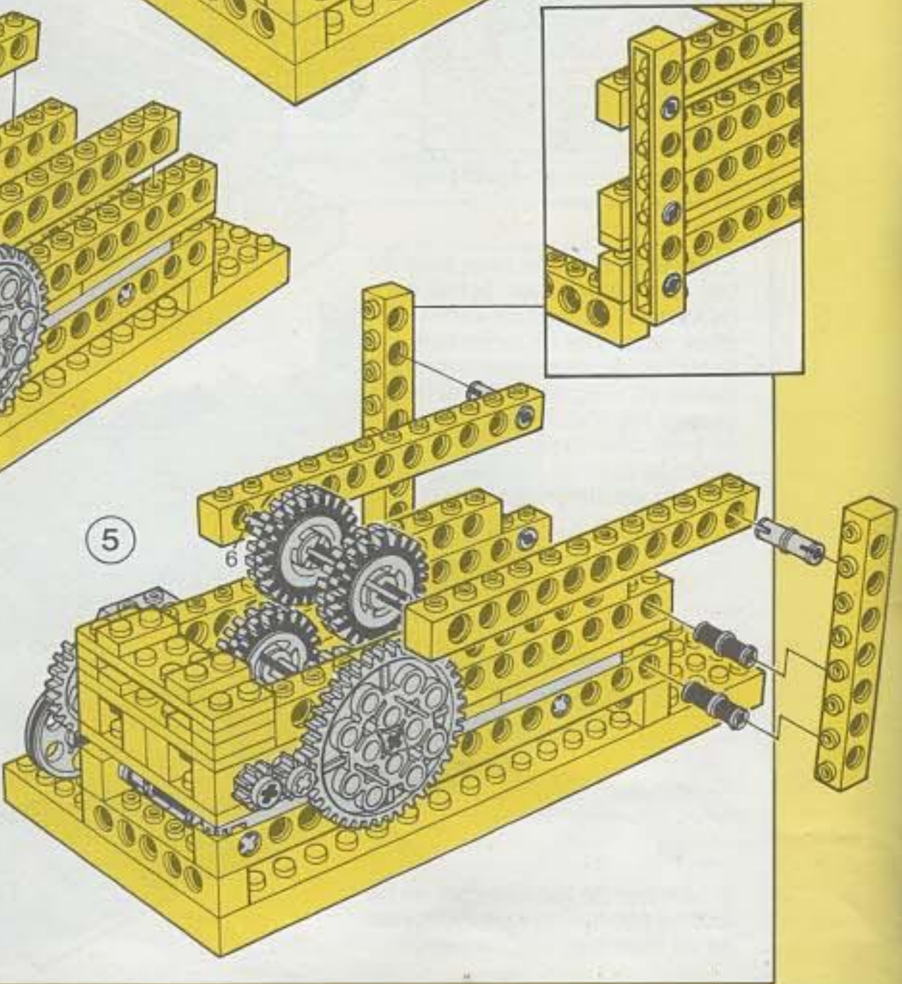
2. Monteer de stuurplaatjes en de andere plaatjes zoals aangegeven op de tekening.

3. Monteer nu de volgende reeks balken, assen en tandwielen en bevestig het geheel op het voorgaande.

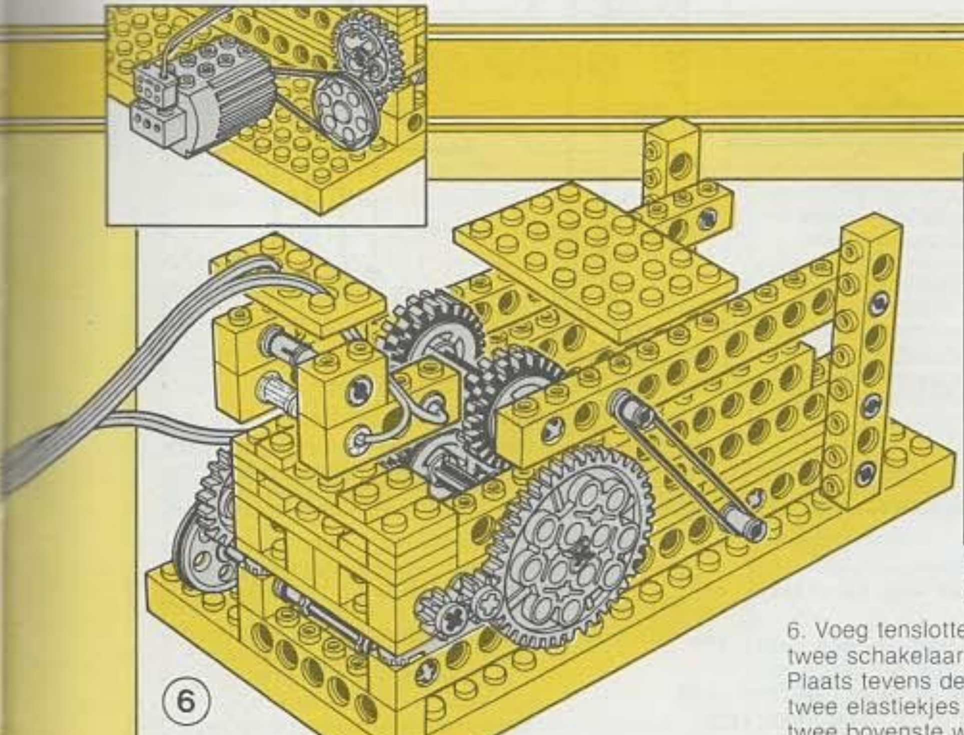


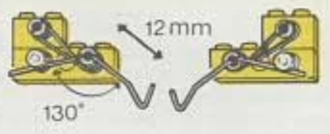
Voeg de twee balken met 12 noppen toe en de plaatjes die de sleuf vormen voor de kaart aan de voorkant van het toestel.





5. Het tweede paar kleine wieltjes wordt opgehangen aan twee rechtopstaande balken achteraan het toestel.





De schakelaars zijn van een ander type dan bij de andere projecten. De uiteinden van de paperclips moeten worden omgebogen zoals aangegeven op de tekening.

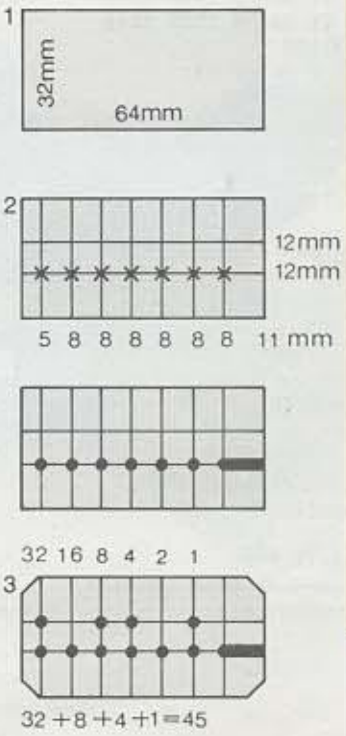
Voor meer details over de schakelaar zie p. 18

6. Voeg tenslotte het bovenste plaatje en de twee schakelaars met het dwarsplaatje toe. Plaats tevens de vier koppelpennen (gr) en de twee elastiekjes die er voor zorgen dat de twee bovenste wielen stevig op de kaart worden gedrukt. Verbind tenslotte de motor en de schakelaar met de interface.

HOE MAAK JE EEN KAART?

Je hebt vrij dun maar stevig karton, een schaar, een perforator, een liniaal en een potlood nodig.

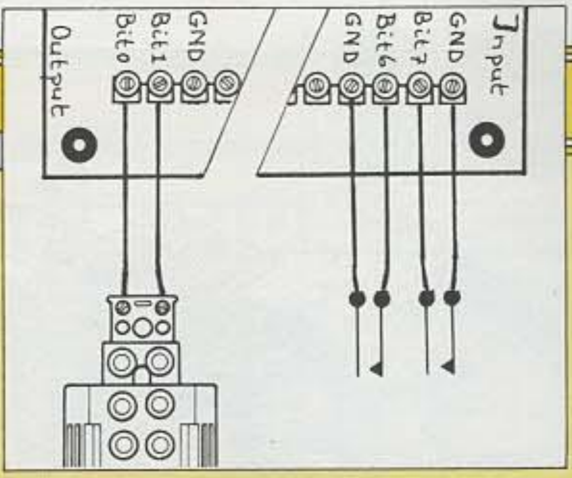
1. De kaart heeft ongeveer de afmetingen van een 4 × 8-LEGO bouwplaatje. (64 × 32 mm)
2. Maak aanduidingen op de achterkant van de kaart zoals aangegeven op de tekening. Maak gaatjes op de plaatsen waar de kruisjes staan. Het middelpunt van de gaatjes moet precies op het snijpunt van de twee lijnen liggen. Maak van het eerste gaatje een sleuf zoals aangegeven op de tekening.
3. Nummer de andere punten op de kaart zoals aangegeven. Codeer nu de kaart door er de juiste gaatjes in te ponsen. Het nummer van de kaart wordt bepaald door de som van de getallen die overeenstemmen met de gemaakte gaatjes. (In een binair getal verdubbelen de waarden van links naar rechts: 1, 2, 4, 8, 16, 32). Door de hoekjes van de kaart af te knippen zal deze gemakkelijker door de kaartlezer lopen.



Tips

1. Als de motor van de kaartlezer niet begint te draaien als de kaart wordt ingebracht, controleer dan de linker schakelaar en verander eventueel de hoek tussen de twee armen van de paperclip. De schakelaar moet duidelijk hoorbaar schakelen.
2. Als het gecodeerde getal verkeerd gelezen wordt, controleer dan de rechter schakelaar en verander eventueel de hoek tussen de armen van de paperclip.
3. Als de motor van de kaartlezer niet begint te draaien als de kaart wordt ingebracht, controleer dan of de rechter schakelaar geopend werd. Zo ja, controleer dan of de bedradingen naar de motor, de schakelaars en de interface correct zijn gemaakt.
4. Als de kaart moeilijk door de kaartlezer loopt, controleer dan of ze niet te dik of te breed is. Knip of snij er eventueel nog een smal randje af of probeer met karton met een andere dikte.

BEDRADING



Toets het programma in en SAVE het. Als je het programma laat lopen wordt het scherm gewist en word je gevraagd om de kaart in de kaartlezer te steken. Als je deze er op de goede manier insteekt zal de motor beginnen te draaien en de kaart zal door de kaartlezer worden getrokken terwijl het codegetal van de kaart wordt ingelezen. Als de computer de houder kent van de zojuist ingelezen kaart, zal hij naar zijn wachtwoord vragen. Toets dan het juiste wachtwoord in en de computer zal je toegang verlenen. Als de computer de kaart nog niet kent dan zal hij je vragen naar je naam en je wachtwoord.

PROGRAMMEREN

```
1ØØØ A = 5ØØ : GOTO 2Ø
1Ø1Ø REM *** Beveiliging met een kaartlezer ***
1Ø2Ø DIM N$(63),P$(63)
11ØØ GOSUB 1ØØ : REM *** Wacht op een kaart ***
111Ø PRINT "Steek de kaart in de lezer a.u.b."
112Ø MK = 128 : GOSUB 21ØØØ : IF DA<>Ø THEN 112Ø
113Ø MK = 64 : GOSUB 21ØØØ : IF DA=Ø THEN 112Ø
114Ø DA = 1 : GOSUB 2ØØØØ : REM Motor aan
115Ø MK = 64 : GOSUB 21ØØØ : IF DA<>Ø THEN 115Ø
116Ø REM *** Lees de kaart ***
117Ø X = Ø : FOR K = Ø TO 5
118Ø MK = 64 : GOSUB 21ØØØ : IF DA=Ø THEN 118Ø
119Ø MK = 128 : GOSUB 21ØØØ
12ØØ IF DA<>Ø THEN X = X+2^K : GOTO 121Ø
121Ø MK = 64 : GOSUB 21ØØØ : IF DA<>Ø THEN 119Ø
122Ø MK = 64 : GOSUB 21ØØØ : IF DA<>Ø THEN 121Ø
123Ø NEXT K : SD = 2Ø : GOSUB 4ØØ
124Ø DA = Ø : GOSUB 2ØØØØ : REM Motor uit
13ØØ REM *** Kontroleer wachtwoord ***
131Ø IF P$(X)="" THEN 14ØØ
132Ø GOSUB 1ØØ : PRINT "Wat is je wachtwoord";
133Ø INPUT W$ : IF W$<>P$(X) THEN 15ØØ
134Ø GOSUB 1ØØ : PRINT N$(X);" mag naar binnen"
135Ø GOSUB 16ØØ : GOTO 11ØØ
14ØØ GOSUB 1ØØ : REM *** Voeg een naam toe ***
141Ø PRINT "Je bent niet bekend als kaarthouder"
142Ø PRINT : PRINT "Type je naam in: ";
143Ø INPUT N$(X) : PRINT
144Ø PRINT "Geef je wachtwoord: "; : INPUT P$(X)
145Ø PRINT : PRINT "Onthoud je wachtwoord goed"
146Ø PRINT "en vertel het aan niemand."
147Ø GOSUB 16ØØ : GOTO 11ØØ
15ØØ GOSUB 1ØØ : REM *** Fout wachtwoord ***
151Ø PRINT "Het wachtwoord is niet goed !"
152Ø PRINT "       Probeer opnieuw"
153Ø GOSUB 16ØØ : GOTO 11ØØ
16ØØ REM *** Wacht op spatiebalk ***
161Ø PRINT : PRINT "Gezien ? ------ Geef spatie"
162Ø GOSUB 21Ø : IF IN$<>" " THEN 162Ø
163Ø RETURN
```

Als je het verkeerde wachtwoord intoetst zal de computer je dit meedelen en je vragen het opnieuw te proberen. Een wachtwoord kan een willekeurig woord of getal of een willekeurige code zijn. Nadat je je naam en een wachtwoord hebt ingevoerd zal de computer dit onthouden tot het programma wordt afgebroken of de computer wordt uitgeschakeld.

MINI ROBOTARM

Dit project beschrijft een vereenvoudigde versie van een industriële robotarm. Industriële robots voeren vooral opdrachten uit die steeds worden herhaald en die mensen te vervelend vinden zoals het verpakken en sorteren van goederen.

Ons ontwerp maakt gebruik van twee motoren. In soortgelijke projecten worden hiervoor meestal drie motoren gebruikt. De ene motor laat de arm om zijn as draaien, de andere zorgt zowel voor het op en neer bewegen van de arm, als voor het sluiten en openen van de grijper. Zowel in het onderstel als in de arm zelf wordt gebruik gemaakt van een schakelaar. Dit, samen met de benodigde software, stelt je in staat om de arm een reeks bewegingen aan te leren die hij dan, onder besturing van de computer, onbeperkt kan herhalen.

WAT JE NODIG HEBT

Alle benodigde onderdelen zijn aanwezig in motorbouwdoos 8050 en aanvuldoos 8710, samen met een extra motor.

2	4	6	8	12	16	
4	5	7	7	3	3	balkjes

1×2	1×3	1×4	1×6	1×8	2×4	2×6	2×8	
5	2	3	8	2	5	1	3	plaatjes

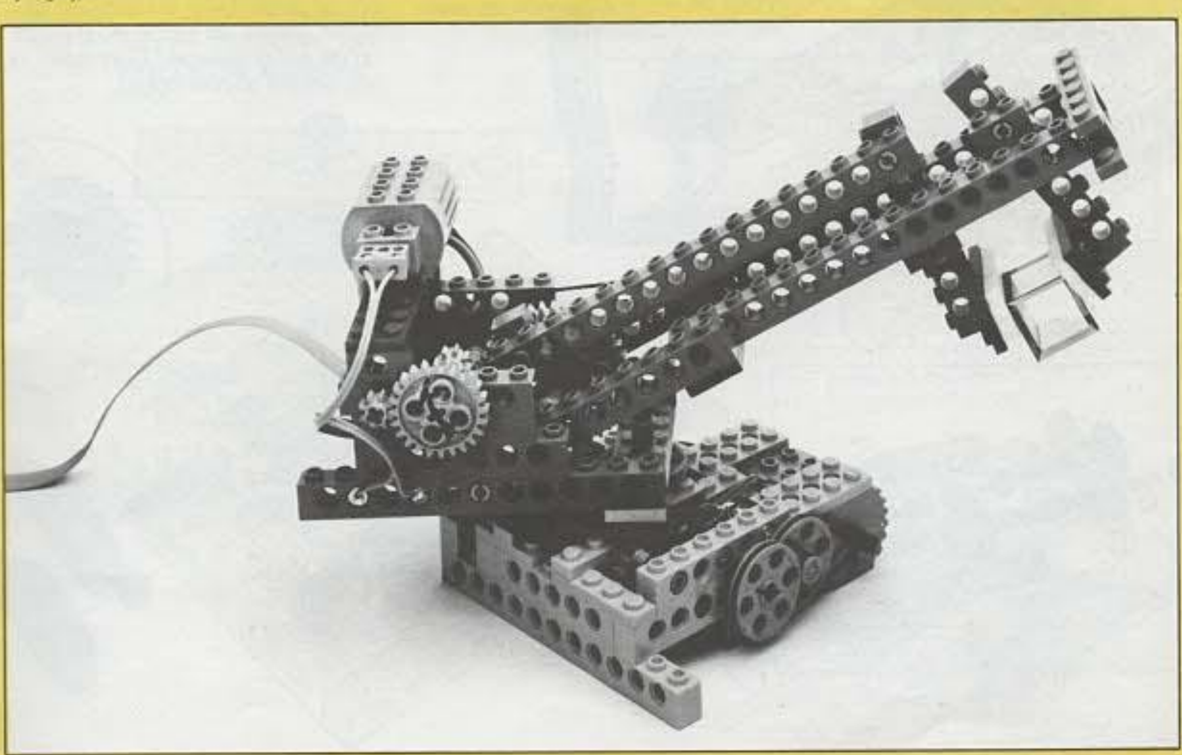
8	24	24K	40	AW	SW	
6	4	1	1	3	1	tandwielen/aandrijfwielen

4	6	8	10	
3	1	2	2	assen

2	5	5	18	2

2 motoren, 3 kleine elastiekjes, 3 grotere elastiekjes, 50 cm 8-aderige bandkabel.
Voor de schakelaar: elastiekjes, paperclips, zilverpapier, kroonsteentje.

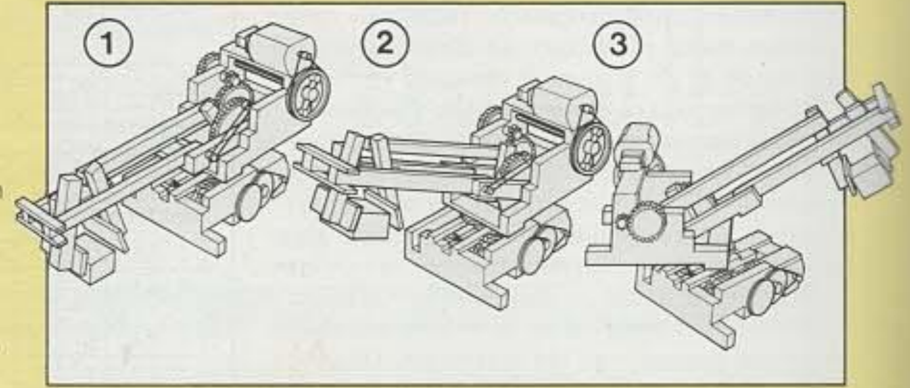
De draaiende robotarm met een kleine kubus in zijn grijper.



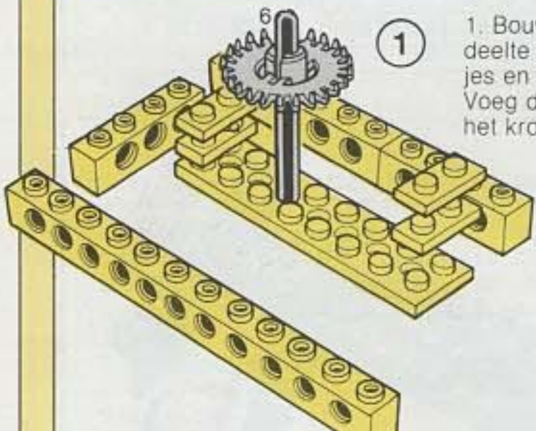
Op en neer, links en rechts

Als de arm om zijn as draait, kan hij stoppen op 36 vaste posities. Als hij op en neer beweegt kent hij 7 of 8 vaste stopposities van boven tot beneden.

De grijper sluit zich rond een voorwerp. Vanaf het ogenblik dat de grijper niet verder gesloten kan worden begint de arm omhoog te gaan tot aan het gekozen stopposities. We kunnen dan de arm laten ronddraaien en weer laten zakken. Als het voorwerp het tafelblad raakt zullen de vingers van de grijper weer opengaan.

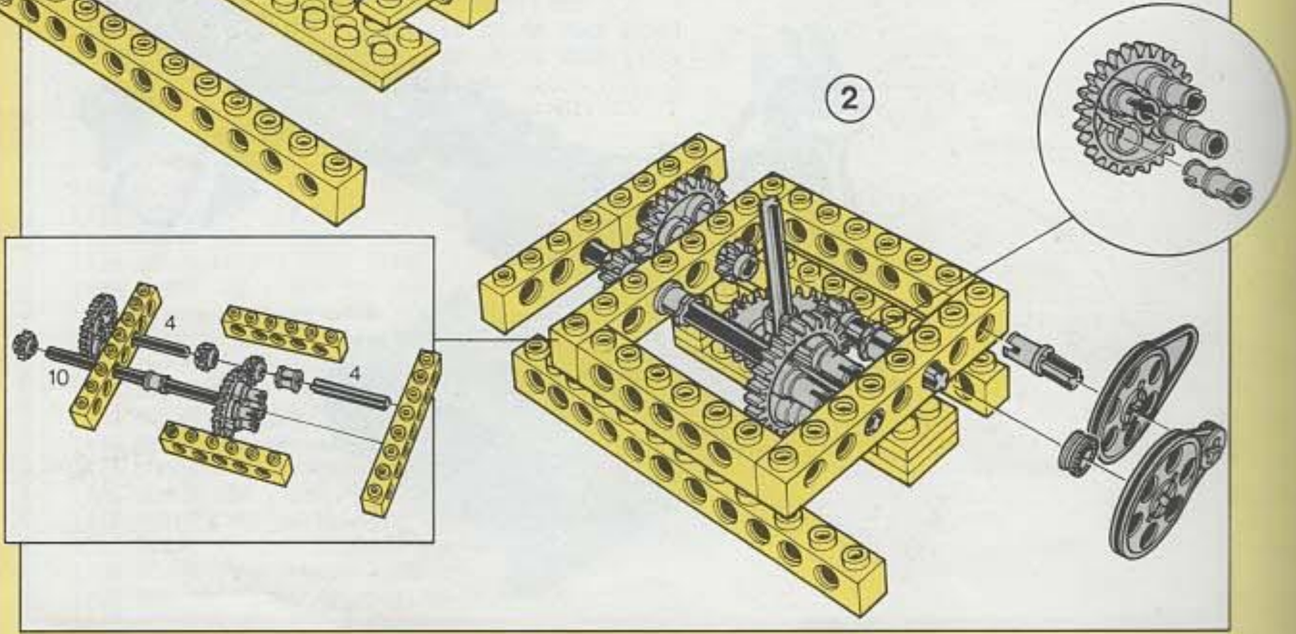


HET ONDERSTEL

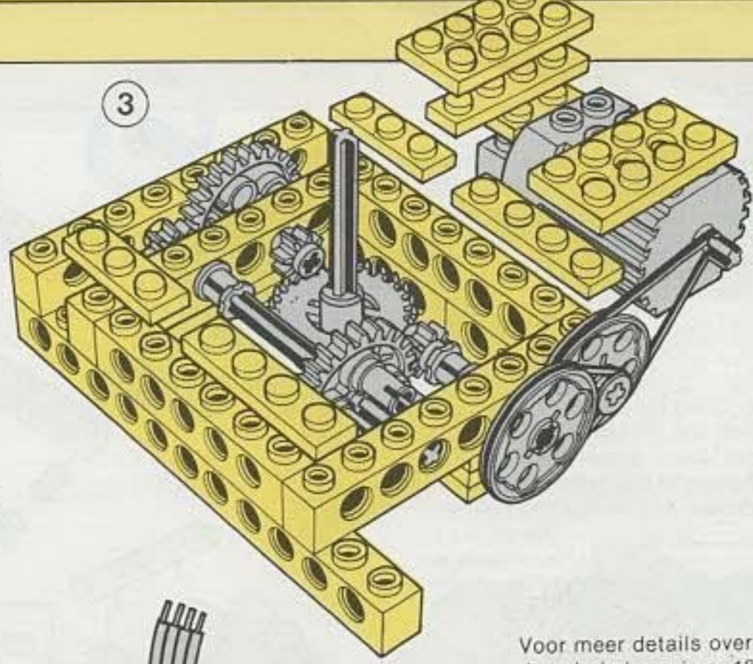


1. Bouw eerst het onderste gedeelte van het onderstel met balkjes en plaatjes uit de aanvuldoos. Voeg de rechtopstaande as met het kroontandwiel toe.

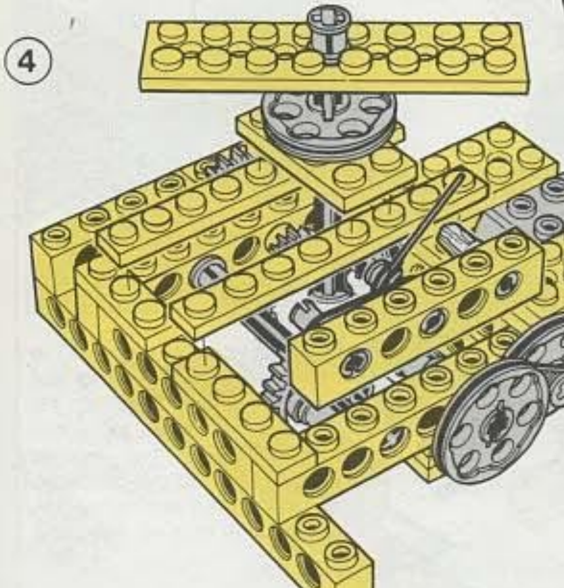
2. Voeg nu de volgende reeks assen, tandwielen en balkjes toe zoals de tekening aangeeft. Let er op dat je de juiste onderdelen gebruikt. Plaats de kleine elastiekjes op de aandrijfwielen. Controleer of het geheel soepel draait.



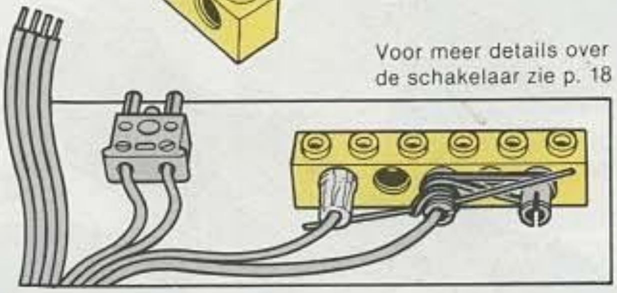
3. Voeg nu de plaatjes toe voor voor- en achterkant. De motor die zorgt voor het draaien van de arm wordt aan de achterkant van het onderstel gemonteerd. Leg het losse elastiekje nu ook om de motoras.



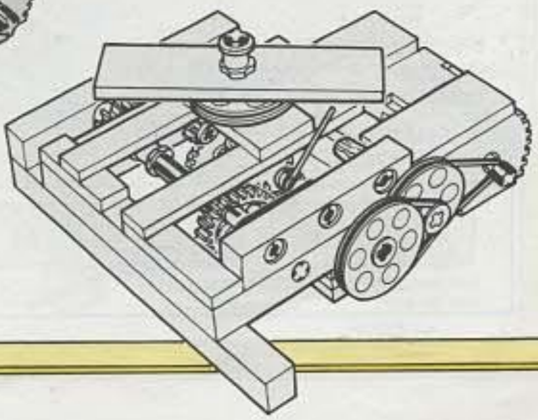
4. Bevestig als ondersteuning voor het schouderstuk twee (1 × 8)-plaatjes. Plaats over de as een (2 × 4)-plaatje met een klembus. Trek de draden voor de schakelaar van het onderstel onder het bevestigingsplaatje van de motor door en buig ze naar boven. Zet nu het balkje met de schakelaar op zijn plaats.



Voor meer details over de schakelaar zie p. 18

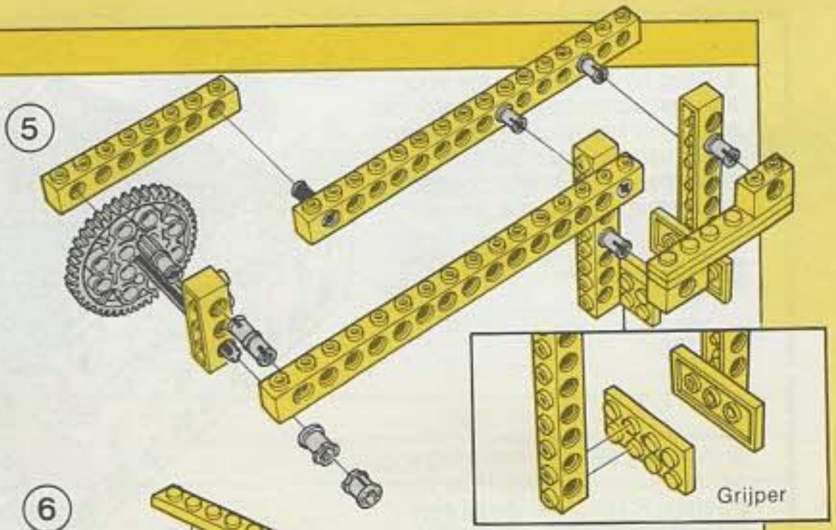


Het volledige onderstel. Steek de stekker in de motor en steek de zelfgemaakte stekkers in de schakelaar zoals op de tekening hierboven aangegeven staat.

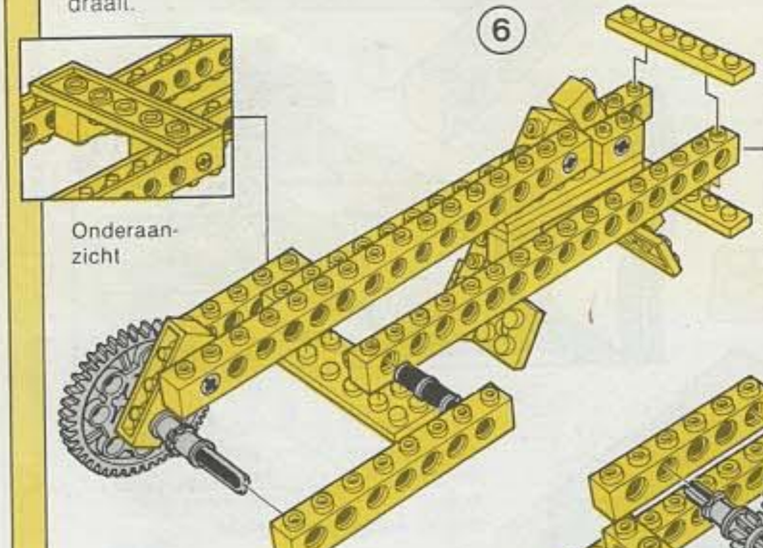


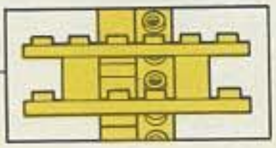
DE ARM

5. De arm kan worden gemaakt met motorbouwdoos 8050. Bouw eerst de ene helft van de arm en de grijper zoals aangegeven op de opengewerkte tekening hiernaast.



6. Voeg nu de andere helft van de arm toe. Bekijk ook aandachtig het kleine detailtekeningetje. Controleer of het geheel soepel draait.

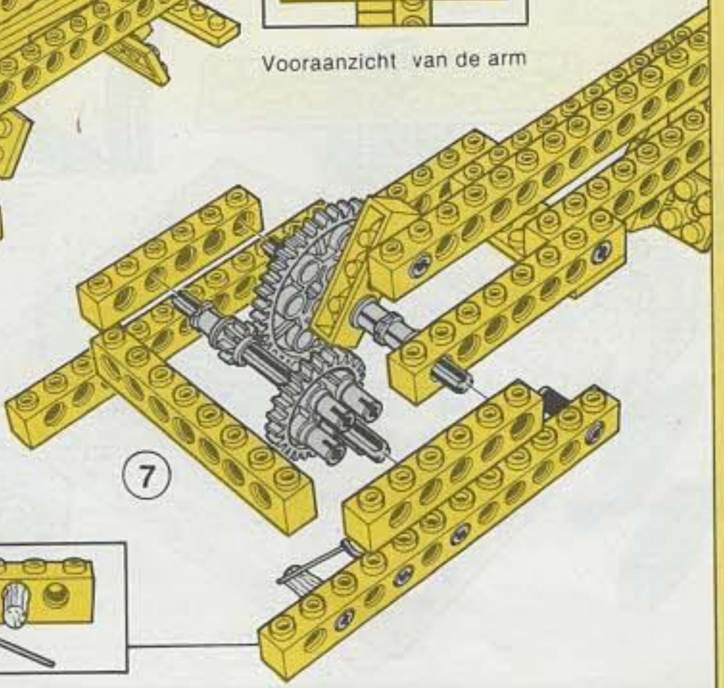




Vooraanzicht van de arm

7. Bevestig de schakelaar en de aandrijfstang achteraan op de arm. Bouw dan het schouderstuk.

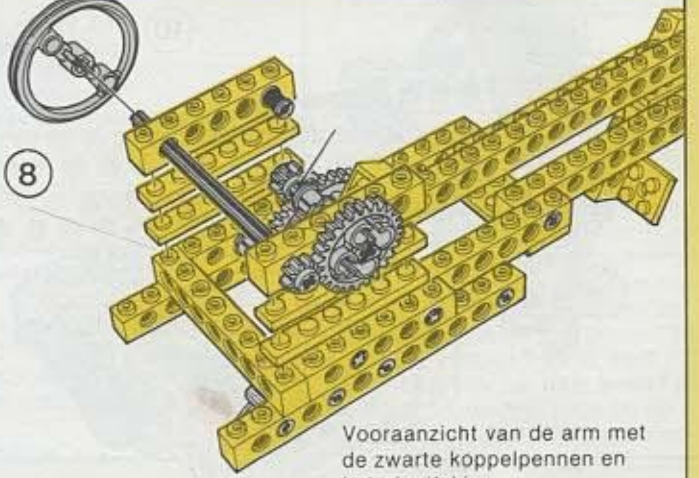
Voor meer details over de schakelaar, zie p. 18.



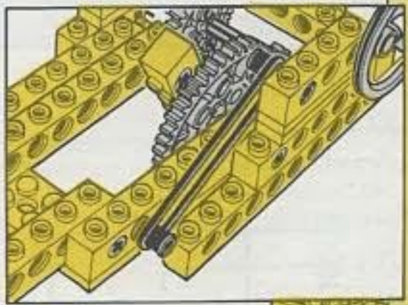
Vooraanzicht op de schakelaar van de arm.

8. Voeg de laatste reeks tandwielen, aandrijfwielen en balkjes toe. Het geheel moet soepel kunnen draaien.

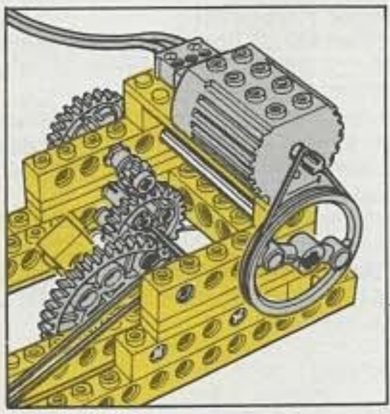
(8)



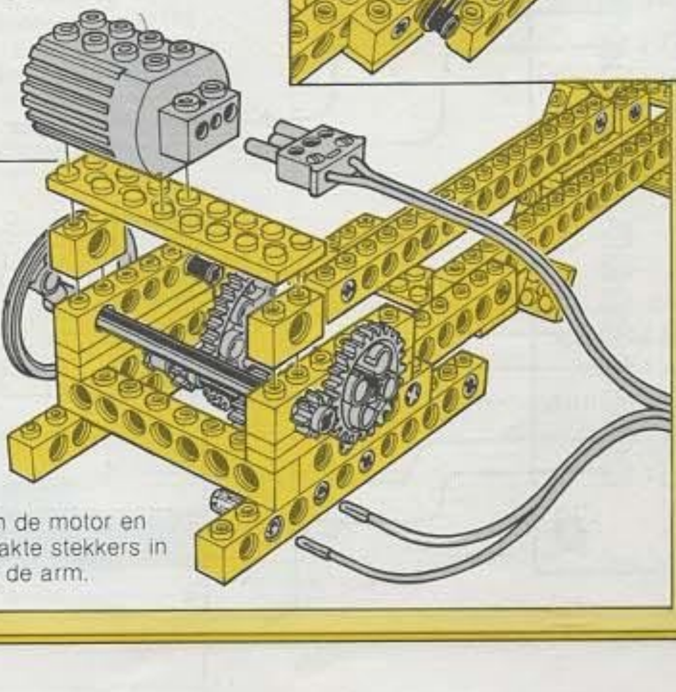
Vooraanzicht van de arm met de zwarte koppelpennen en het elastiekje.



Zicht op de motor met het aandrijfwiel.

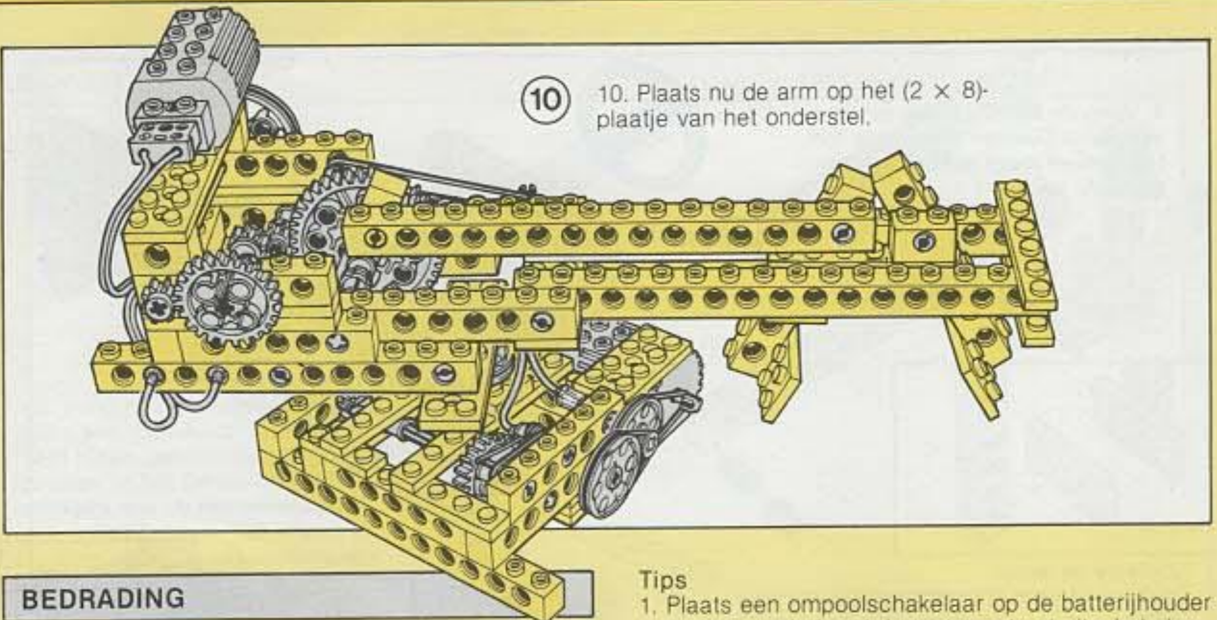


(9)



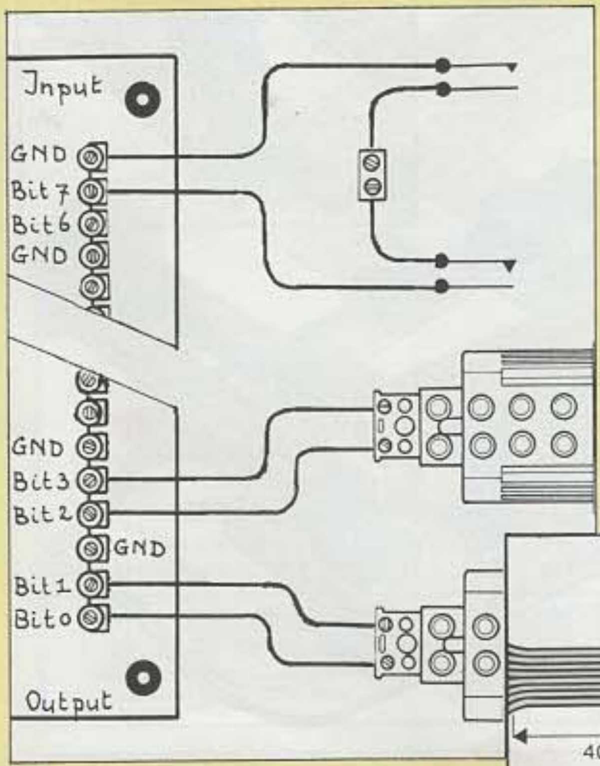
9. De motor voor de arm wordt op een (2 × 8)-plaatje en twee balkjes met 2 noppen geplaatst. Leg een groot elastiekje rond de motoras en het aandrijfwiel en tevens een om de twee zwarte koppelpennen om het op en neer gaan van de arm te vergemakkelijken.

Steek de stekker in de motor en steek de zelfgemaakte stekkers in de schakelaar van de arm.



10. Plaats nu de arm op het (2 × 8)-plaatje van het onderstel.

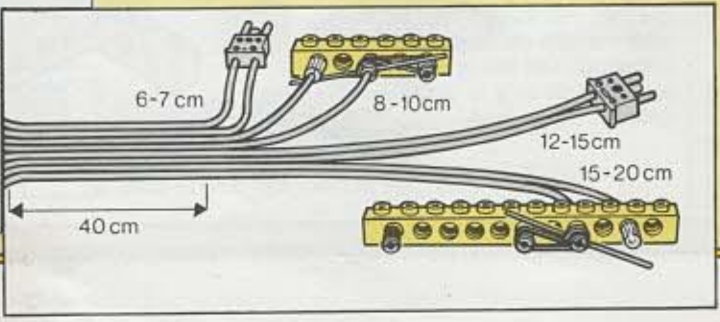
BEDRADING



Tips

1. Plaats een ompoolschakelaar op de batterijhouder zodat je met de hand de motoren kunt uitschakelen indien de arm te ver zou bewegen.
2. Om te voorkomen dat de opgenomen voorwerpen uit de vingers van de grijper glijden kunnen deze worden beplakt met een stukje tochtband.
3. Nadat je de arm met de interface hebt verbonden kun je de draden aan de achterkant van het onderstel vastmaken met een beetje lijm of plakband om ze goed op hun plaats te houden.
4. Beide schakelaars moeten soepel werken op alle momenten omdat ze samen op dezelfde ingangsschakelaar van de interface zijn aangesloten. Ze moeten gesloten zijn als hun aandrijfmotor uitgeschakeld is.

We raden je aan om de 8 draden van de bandkabel als volgt te verdelen: 2 draden naar elk van de stekkers van beide motoren en twee naar elk van beide schakelaars.



```
1000 A = 500 : GOTO 20
1010 REM *** Besturing van de Mini arm ***
1020 C1 = 0 : C2 = 0 : N1 = 0 : N2 = 0
1030 DIM M(3), R1(50), R2(50) : R1(0) = 0
1040 M(0) = 1 : M(1) = 4 : M(2) = 2 : M(3) = 8
1100 REM *** Keuze menu ***
1110 GOSUB 100 : PRINT "Mini-arm besturing"
1120 PRINT : PRINT "1. Leer de bewegingen"
1130 PRINT : PRINT "2. Herhaal de bewegingen"
1140 PRINT : PRINT "3. Zet arm in uitgangspositie"
1150 PRINT : PRINT "4. Stop"
1160 PRINT : PRINT : PRINT "Maak keuze ";
1170 GOSUB 210 : K = VAL(IN$)
1180 IF (K<1) OR (K>4) THEN 1170
1190 ON K GOSUB 1200, 1300, 1400, 950 : GOTO 1100
1200 GOSUB 100 : PRINT "Leer de bewegingen"
1210 PRINT : PRINT "Beweeg arm met 1, 2, Q en W,"
1220 PRINT "druk op S om de positie op te slaan,"
1230 PRINT "geef SPATIE voor einde" : PRINT : N = 1
1240 GOSUB 210 : IF IN$=" " THEN RETURN
1250 IF (IN$="S") OR (IN$="s") THEN GOSUB 1270
1260 GOSUB 1500 : GOTO 1240
1270 R1(N) = C1 : R2 (N) = C2 : R1(0) = N
1280 N = N+1 : IF N=51 THEN N = 50
1290 RETURN
1300 REM *** Herhaal de bewegingen ***
1310 GOSUB 100 : PRINT "Herhaal de bewegingen"
1320 PRINT : IF R1(0)=0 THEN RETURN
1330 FOR H = 1 TO R1(0) : N1 = R1(H) : N2 = R2(H)
1340 GOSUB 1600 : NEXT H : RETURN
1400 REM *** Zet arm in uitgangspositie ***
1410 GOSUB 100 : PRINT "Zet arm in uitgangspositie"
1420 PRINT : PRINT "Beweeg arm met 1, 2, Q en W,"
1430 PRINT "geef SPATIE als hij goed staat" : PRINT
1440 GOSUB 210
1450 IF IN$=" " THEN C1 = 0 : C2 = 0 : RETURN
1460 GOSUB 1500 : GOTO 1440
1500 REM *** Stap voor stap met het toetsenbord ***
1510 IF IN$="1" THEN N1 = C1-1
1520 IF (IN$="Q") OR (IN$="q") THEN N1 = C1+1
1530 IF IN$="2" THEN N2 = C2-1
1540 IF (IN$="W") OR (IN$="w") THEN N2 = C2+1
1550 GOSUB 1600 : RETURN
1600 REM *** Beweeg arm naar positie N1, N2 ***
1610 SX = N1-C1 : IF SX=0 THEN 1630
1620 DA = M(SGN(SX)+1) : GOSUB 20000 : GOSUB 1700
1630 SX = N2-C2 : IF SX=0 THEN 1650
1640 DA = M(SGN(SX)+2) : GOSUB 20000 : GOSUB 1700
1650 C1 = N1 : C2 = N2 : RETURN
1700 REM *** Tel de pulsen van de schakelaars ***
1710 IF SX<0 THEN SX = -SX
1720 MK = 128 : FOR K = 1 TO SX
1730 GOSUB 21000 : IF DA<>0 THEN 1730
1740 GOSUB 21000 : IF DA=0 THEN 1740
1750 NEXT K : DA = 0 : GOSUB 20000 : RETURN
```

PROGRAMMEREN

SAVE het programma nadat je het hebt ingetoetst. Als je het programma laat lopen zal er een menu op het scherm verschijnen. Kies één van de aangeboden mogelijkheden door de overeenstemmende toets in te drukken. Gebruik de toetsen 1, Q, 2 en W om de robotarm een reeks bewegingen aan te leren. Gebruik de toetsen 1 en Q voor respectievelijk het naar links en rechts draaien van de arm en gebruik de toetsen 2 en W voor respectievelijk het naar boven en beneden bewegen. Druk op de S op het einde van elke beweging om de positie van de arm in het geheugen op te slaan. Druk op de spatiebalk aan het einde van een reeks bewegingen om opnieuw naar het menu van het programma te gaan. De tweede mogelijkheid uit het menu laat de arm een reeks bewegingen uitvoeren die hem werden aangeleerd. De derde mogelijkheid stelt je in staat om de beginstand van een reeks bewegingen in te stellen.

PLOTTER

Deze schrijvende robot, of plotter, kun je programmeren om hem grafieken, figuren, diagrammen en zelfs letters op een blad papier te laten tekenen. Bij vlakbedplotters ligt het blad papier vlak en wordt de pen in twee richtingen over het papier bewogen. Bij trommelplotters wordt het papier bevestigd op een roterende trommel en de pen beweegt slechts in één richting. Onze plotter is zo'n trommelplotter. Er worden twee motoren gebruikt, één om de stift te bewegen en één om de trommel te doen draaien.

Kris Kras

De motor aan de voorkant drijft de stifthouder aan. De stift kan links of rechts over het papier worden bewogen en kan zo horizontale lijnen tekenen. Om vertikale lijnen te tekenen laten we de trommel draaien terwijl de stift blijft staan. Diagonale lijnen worden samengesteld uit korte horizontale en vertikale lijntjes. Om de stift naar een andere plaats op het papier te brengen zonder een lijn te trekken moeten we eerst de stifthouder opheffen door een elektromagneet in te schakelen die een kleine ijzeren splitpen zal aantrekken die vastgemaakt werd op de houder.

WAT JE NODIG HEBT

2	4	6	8	12	16
9	7	3	4	3	8

balkjes

1×2	1×4	1×6	1×8	2×4	2×6	4×6
5	3	7	6	8	1	1

plaatjes

8	24	40	AW	SW
7	6	2	4	3

tandwielen/aandrijfwielen

4	22	2	2	5	3	2

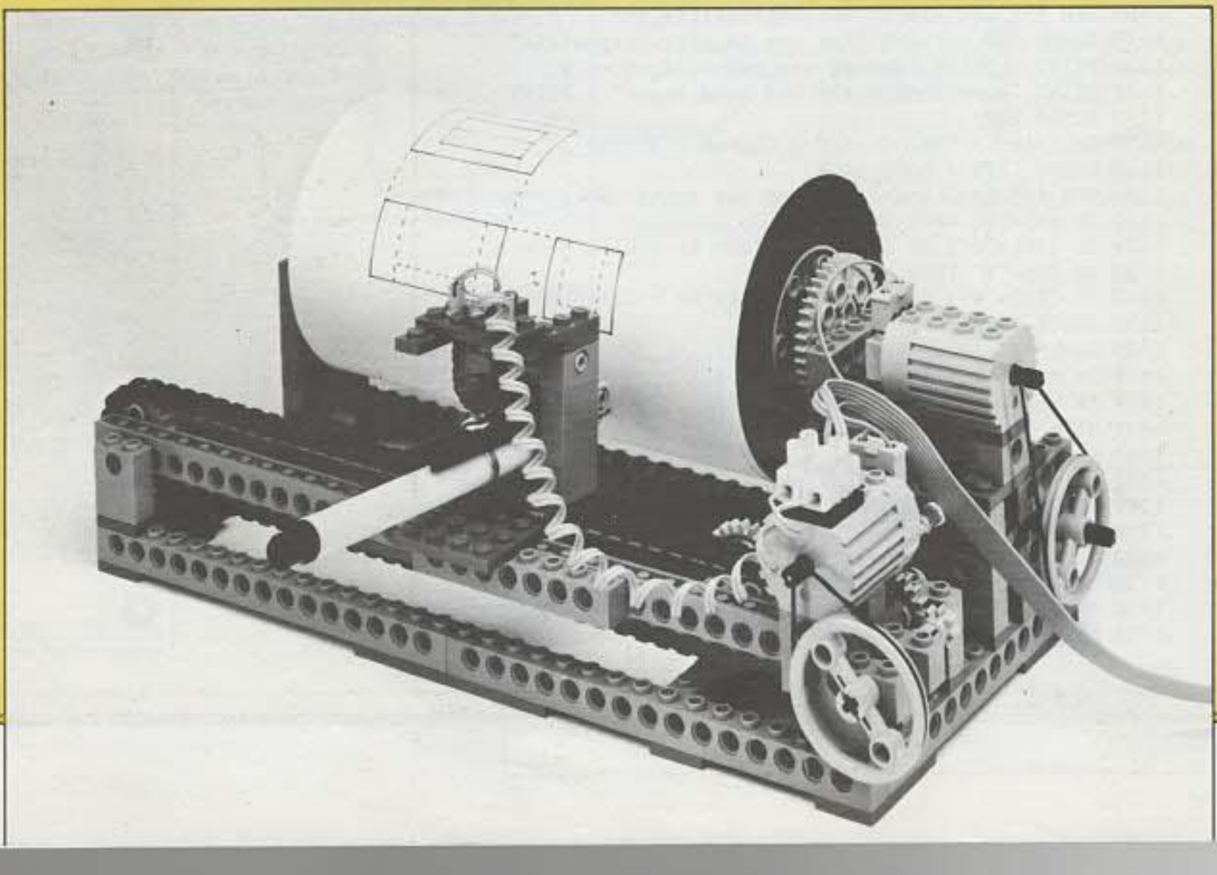
2	4	8
11	10	2

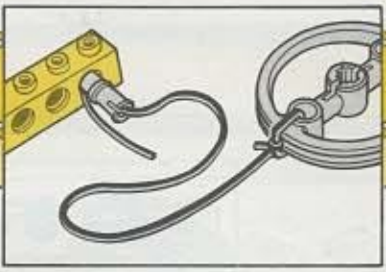
balkjes zonder gaten

2	4	6	8
2	1	7	2

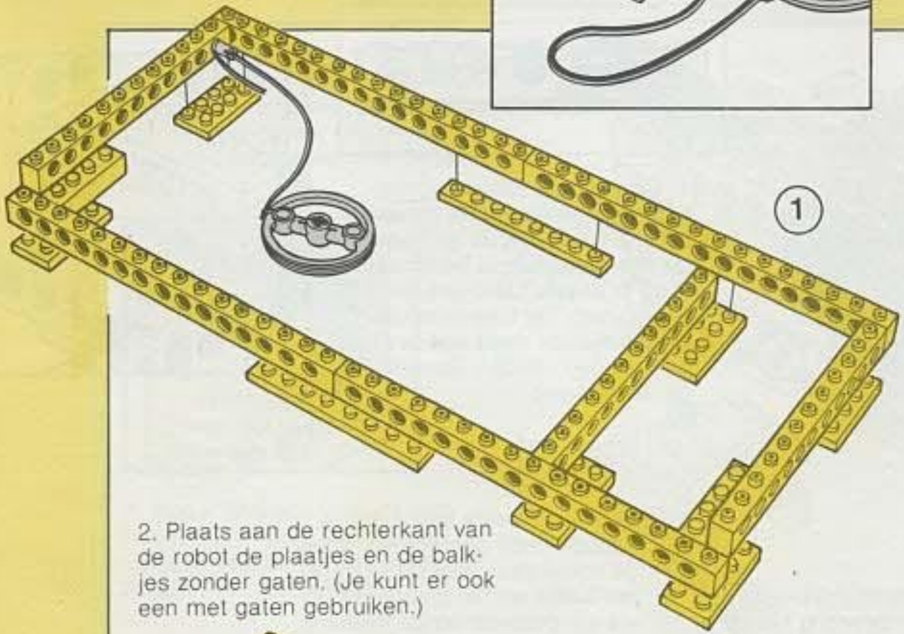
assen

2 motoren, 4 kleine elastiekjes, 3 grotere elastiekjes, 2 grote wielen, 4 stekkers, 2 batterijhouders, 50 cm 10-aderige bandkabel, 1 splitpen, 2 paperclips, 1 ijzeren M5 bout (25 mm) met moer, wikkeldraad, stevig papier, dunne dubbelzijdige plakband, lijm, 1 kroonsteentje.

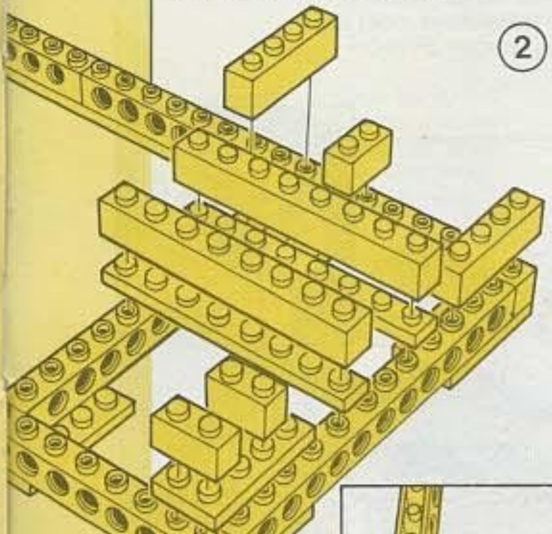




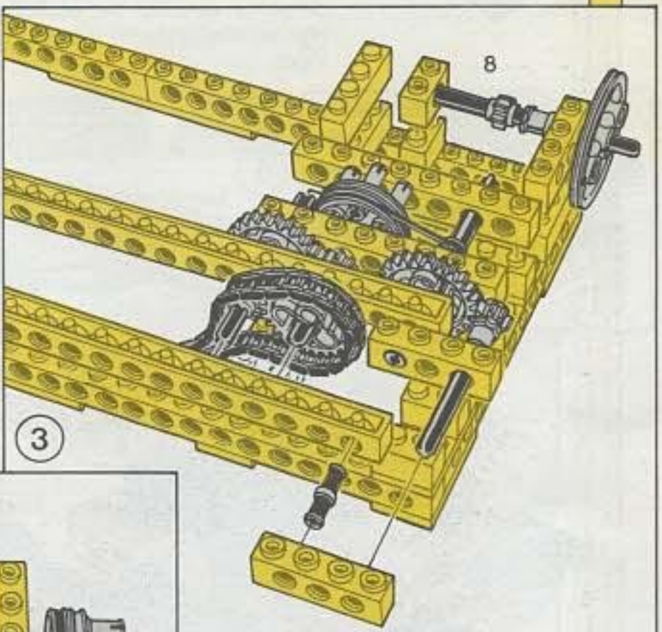
1. Bouw het geraamte voor het onderstel. Knip een van de grotere elastiekjes door en knoop de ene kant vast aan een stuurwiel en maak de andere kant met een koppelpen (gr) vast aan de dwarsbalk.

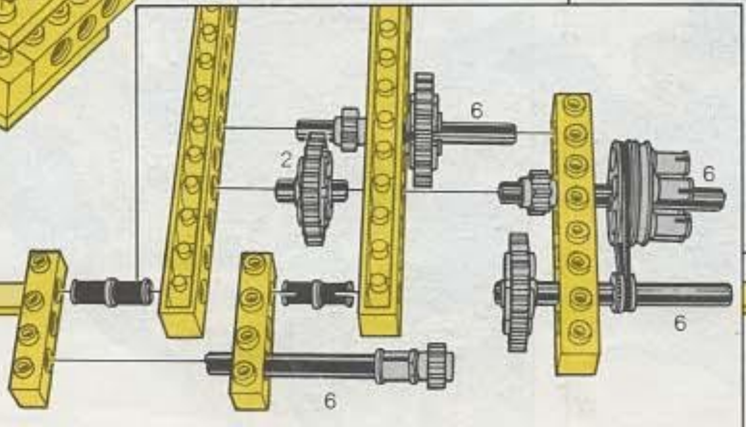


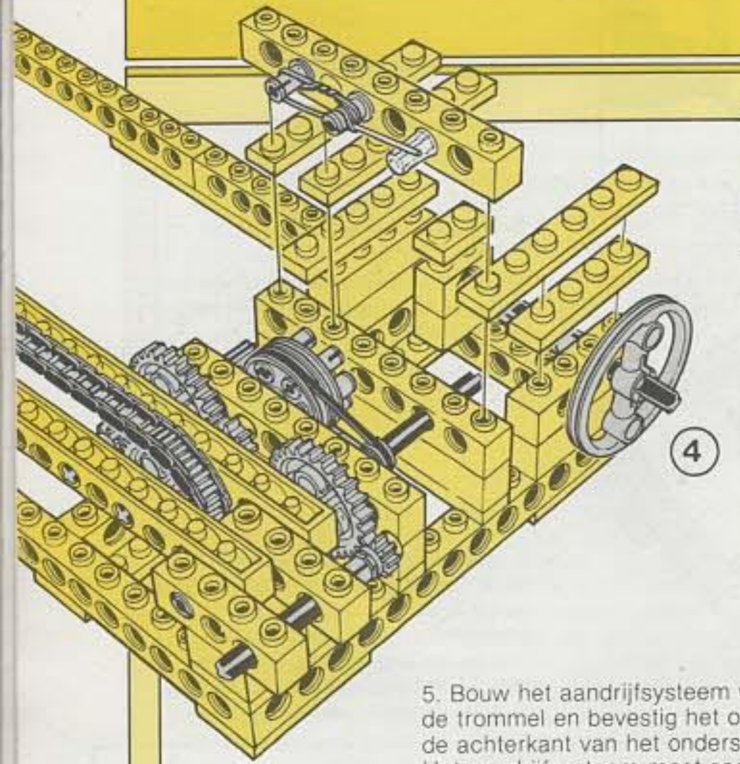
2. Plaats aan de rechterkant van de robot de plaatjes en de balkjes zonder gaten. (Je kunt er ook een met gaten gebruiken.)



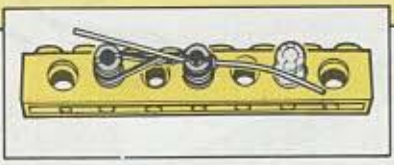
3. Bouw het aandrijfsysteem van de stifthouder zoals aangegeven op de tekening. Leg een klein elastiekje om het aandrijfwiel. Leg de ketting om het tandwiel met 24 tanden tussen de balken met 16 noppen.



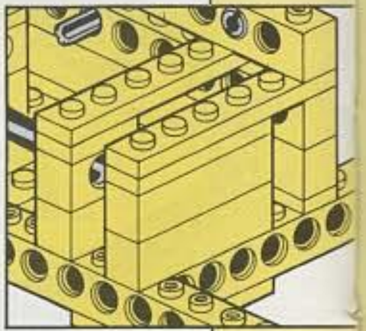




4



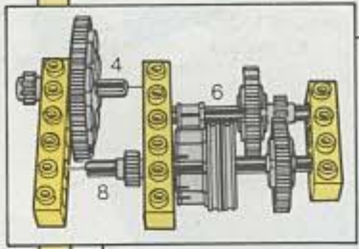
4. Bevestig nu aan de achterkant de plaatjes en de schakelaar. Vergeet niet de arm van de schakelaar eerst helemaal rond te draaien alvorens deze te plaatsen. De linkerarm van de schakelaar moet een beetje omgebogen worden. Baseer je op de tekening.



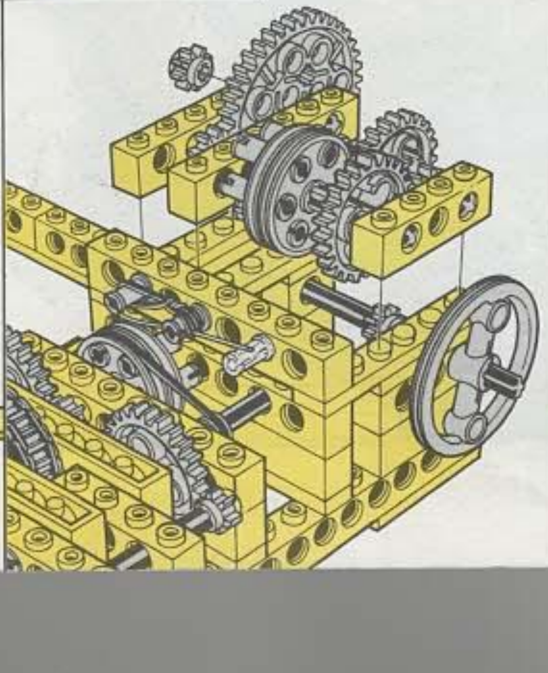
Achterkant van het aandrijf systeem

5. Bouw het aandrijfsysteem van de trommel en bevestig het op de achterkant van het onderstel. Het aandrijfsysteem moet soepel lopen.

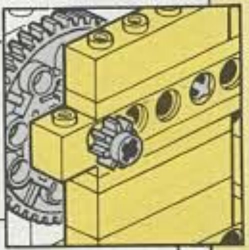
6. Het achterste balkje met 4 noppen heeft geen gaten. Voeg de schakelaar voor de trommel, het balkje en het plaatje toe zoals aangegeven op de tekening. Ook bij deze schakelaar moet de linkerarm iets worden omgebogen.

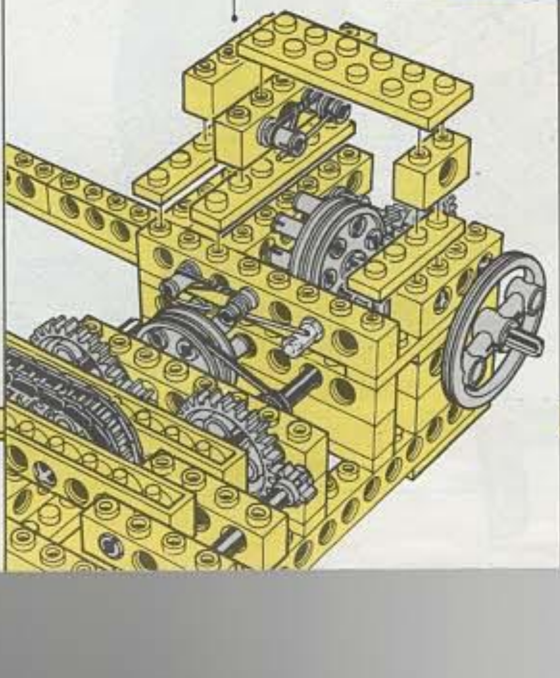


5

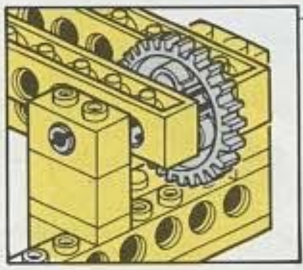


6

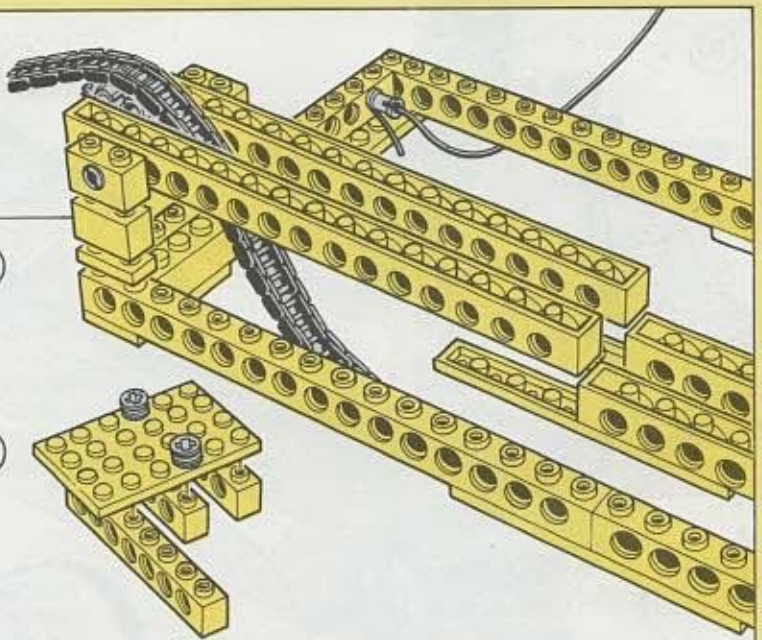




7. Links vooraan bouwen we nu verder aan het aandrijfsysteem van de stifthouder. Leg de ketting om het tandwiel met 24 tanden.



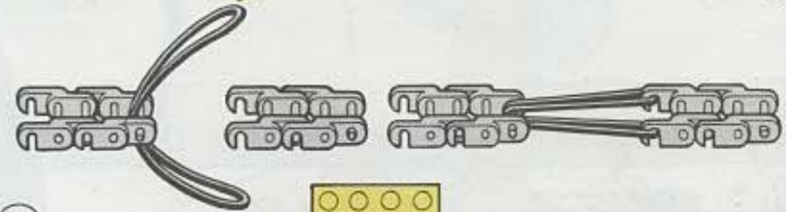
7



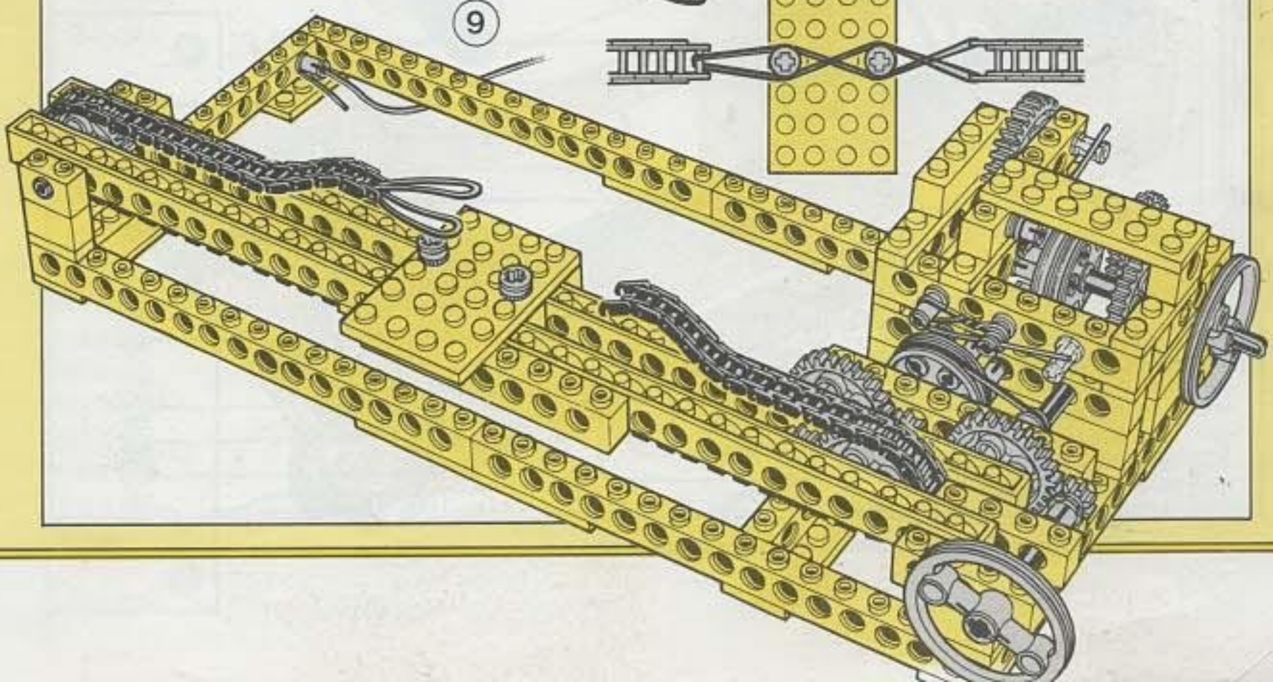
8

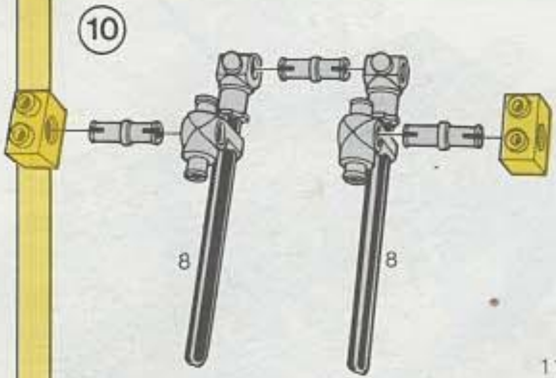
8. Bouw de slede voor de stifthouder. De halve klembusjes worden vastgedrukt op twee noppen van het plaatje.

9. Bevestig de slede nu op het onderstel en maak het met een elastiekje vast tussen de twee uiteinden van de ketting zoals aangegeven op de tekening.

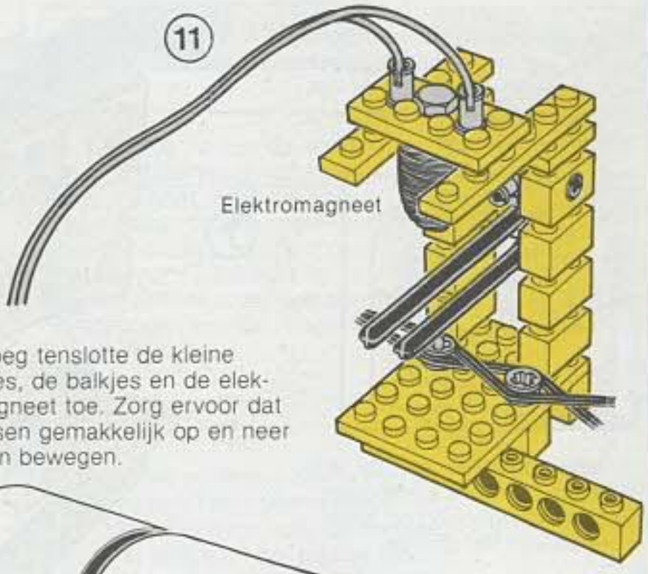


9

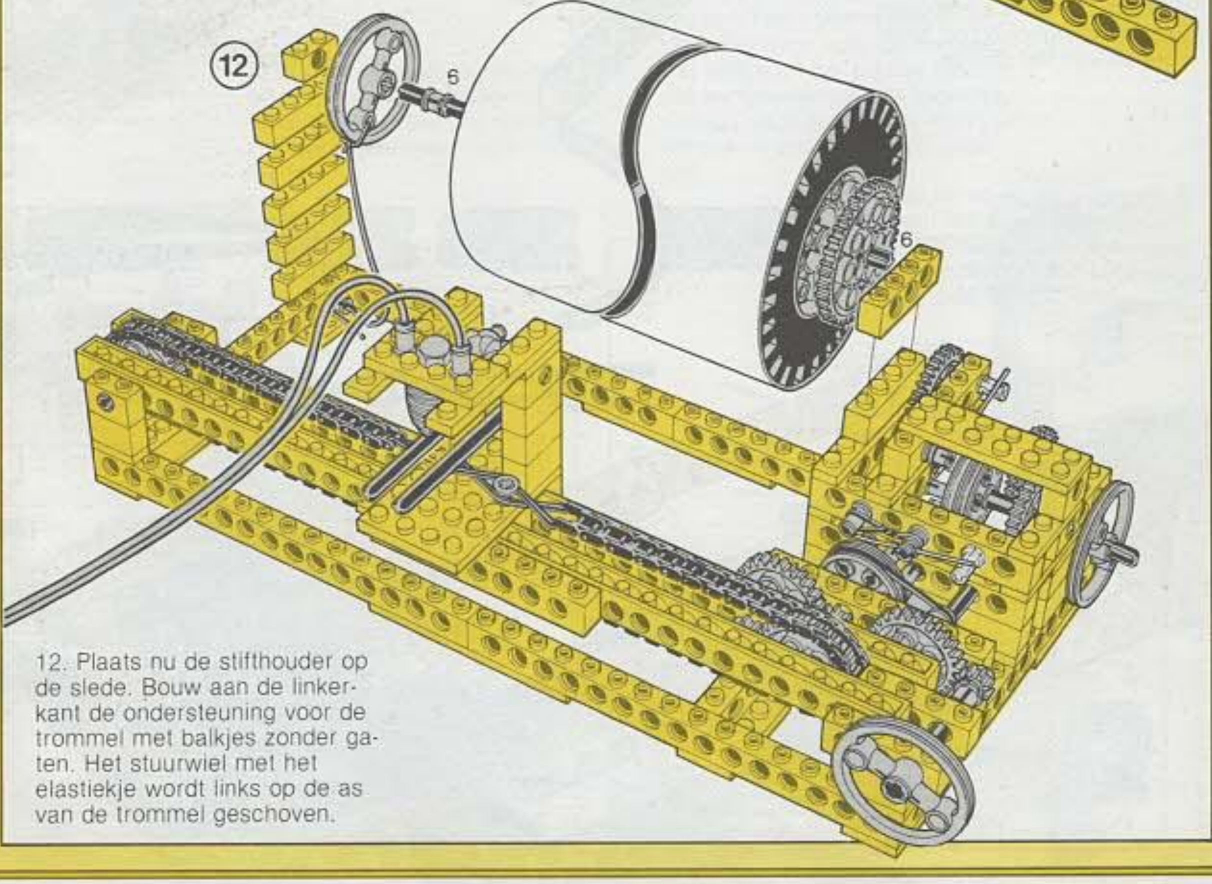




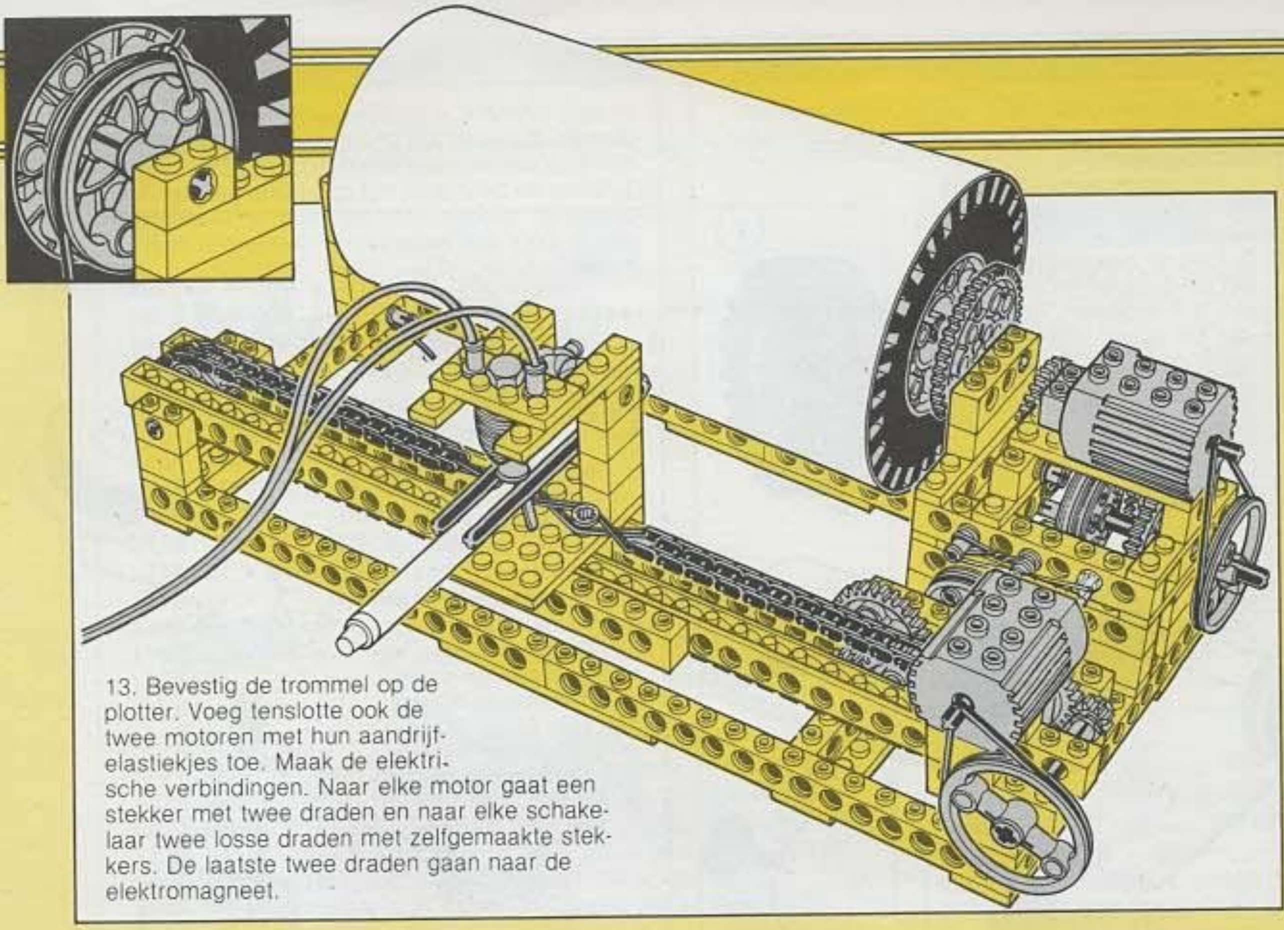
10. Bouw de armen van de stift- houder met dwarsstukjes, kop- pelpennen (gr), assen en stuurarmpjes.



11. Voeg tenslotte de kleine plaatjes, de balkjes en de elek- tromagneet toe. Zorg ervoor dat de assen gemakkelijk op en neer kunnen bewegen.

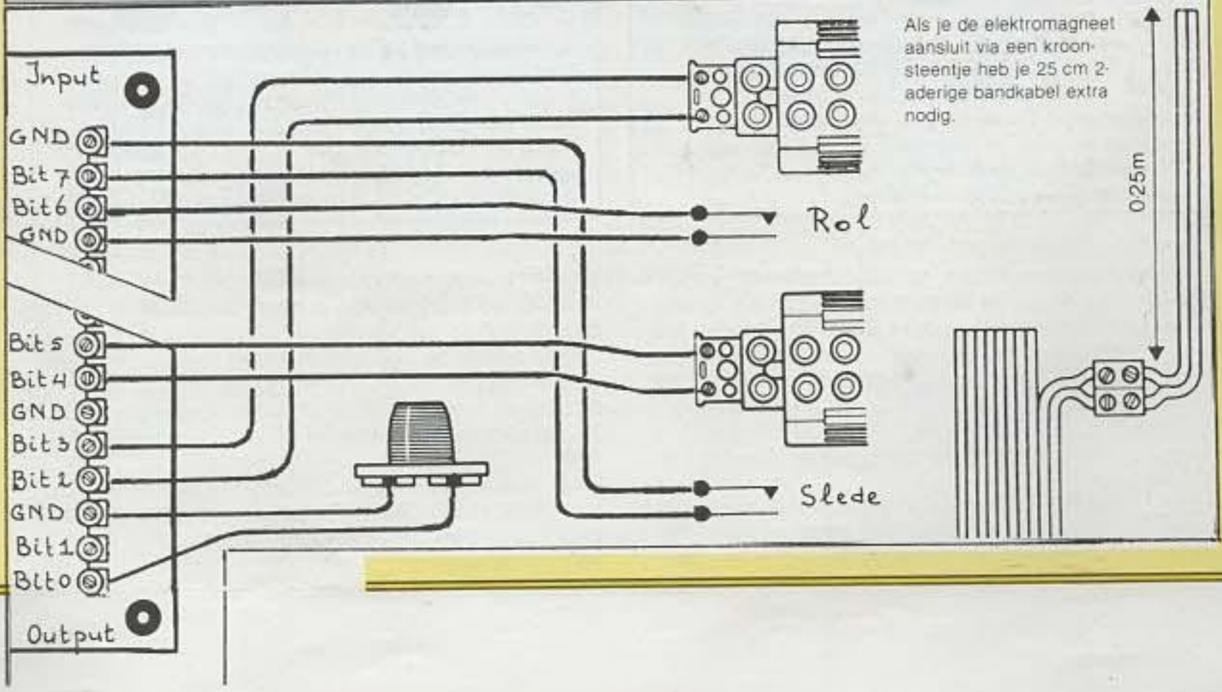


12. Plaats nu de stifthouder op de slede. Bouw aan de linker- kant de ondersteuning voor de trommel met balkjes zonder ga- ten. Het stuurwiel met het elastiekje wordt links op de as van de trommel geschoven.



13. Bevestig de trommel op de plotter. Voeg tenslotte ook de twee motoren met hun aandrijfelastiekjes toe. Maak de elektrische verbindingen. Naar elke motor gaat een stekker met twee draden en naar elke schakelaar twee losse draden met zelfgemaakte stekkers. De laatste twee draden gaan naar de elektromagneet.

BEDRADING

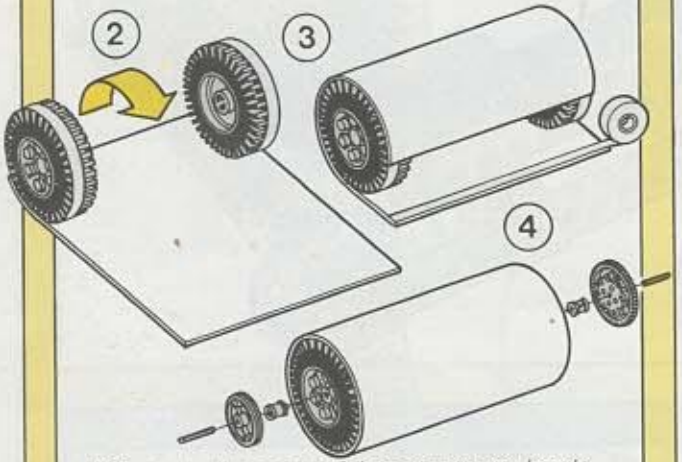


Als je de elektromagneet aansluit via een kroonsteentje heb je 25 cm 2-aderige bandkabel extra nodig.

HOE MAAK JE DE TROMMEL

Je hebt twee grote LEGO wielen nodig, een stevig stuk papier van 160 × 280 mm en dun dubbelzijdig plakband.

1. Plak het dubbelzijdige plakband rond de buitenste rand van elk wiel.
2. Trek de beschermstrip van het plakband af en plak het papier om de wielen. De randen van het papier moeten overal gelijk lopen met de randen van de wielen.
3. Plak nog een strook dubbelzijdig plakband dwars over het papier net voordat je het papier volledig bevestigd hebt.



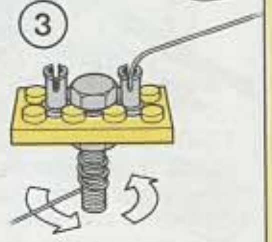
4. Steek in elk van de wielen een as van lengte 6 met een klembusje. Aan de ene kant wordt hierbij nog een tandwiel van 40 tanden geschoven en aan de andere kant het stuurwiel met het elastiekje. Draai nu een vel papier om de trommel en plak de uiteinden aan elkaar vast. Om een nieuwe tekening te maken kun je gewoon het oude papier vervangen.

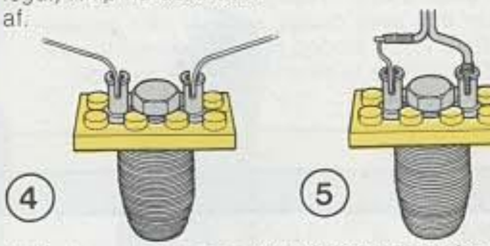
HOE MAAK JE DE MAGNEET

Je hebt een 2 × 4-plaatje met gaten, 2 halve pennen, 1 ijzeren M5 25 mm bout met moer en een stuk wikkeldraad van 0,2-0,3 mm o.

1. Steek de bout door het middelste gat van het plaatje en zet hem vast met de moer. Haal deze niet te sterk aan zodat je het plaatje niet stuk maakt.

2. Steek de twee halve pennen in de andere gaatjes en steek ongeveer 10 cm draad door een van deze.
3. Leg ongeveer 800 windingen rond de bout. (Schrijf de getallen 1 tot en met 8 op een papiertje en streep er telkens een door nadat je honderd windingen hebt gelegd.) Knip nu de draad af.





4. Steek nu het losse uiteinde door de andere koppelpen.
5. Verwijder met een mesje voorzichtig de isolatielak van de uiteinden van het wikkeldraad. Draai de blanke uiteinden van het wikkeldraad en van de bandkabel in elkaar en steek ze in de halve pennen zoals aangegeven op de tekening.

Tips

1. Je moet er voor zorgen dat de elektromagneet zich ongeveer 1 mm boven de splitpen bevindt als de stift op het papier staat. Maak deze opening groter of kleiner door de stift te verschuiven in de stifthouder.
2. Om de draad van de elektromagneet netjes op zijn plaats te houden kun je boven op de motor twee vloertegeltjes plaatsen en daarop met dubbelzijdig plakband een kroonsteentje vastplakken. (Zie foto op p. 32.)
3. Het elastiekje van het aandrijfsysteem van de stifthouder (stap 3) moet vrij klein zijn en moet zeer stevig om de aandrijfwielen zitten. Je kunt ook een iets groter elastiekje dubbel gebruiken.
4. Maak de stift met een elastiekje vast onder de houder. Schuif de splitpen tussen de stift en de houder. Je kan het beste een stift met een fijne zachte punt gebruiken.
5. Laat de elektromagneet nooit te lang ingeschakeld. Ze zal dan vrij heet worden en zal de batterijen ook snel uitputten.
6. Je kunt in principe op alle soorten papier tekenen. Het beste resultaat zal echter worden verkregen met glad papier van goede kwaliteit zoals papier voor schrijfmachines.

```
1000 A = 500 : GOTO 20
1010 REM *** Besturing van de Plotter ***
1020 XP = 0 : YP = 0 : XN = 0 : YN = 0 : DIM M(3)
1030 M(0) = 4 : M(1) = 8 : M(2) = 16 : M(3) = 32
1100 REM *** Vierkant ***
1110 GOSUB 1600 : GOSUB 1700
1120 PRINT "Geef zijde (1-80)";
1130 INPUT L : GOSUB 1500
1140 XN = L : GOSUB 1800
1150 YN = L : GOSUB 1800
1160 XN = 0 : GOSUB 1800
1170 YN = 0 : GOSUB 1800
1180 GOSUB 1600 : GOTO 950
1500 REM *** Pen op papier ***
1510 PE = 0 : DA = PE : GOSUB 20000 : RETURN
1600 REM *** Pen omhoog ***
1610 PE = 1 : DA = PE : GOSUB 20000 : RETURN
1700 REM *** Zet pen in uitgangspositie ***
1710 GOSUB 100 : PRINT "Zet pen in uitgangspositie"
1720 PRINT : PRINT "Beweeg pen met 1, 2, Q en W,"
1730 PRINT "geef SPATIE als hij goed staat" : PRINT
1740 GOSUB 210 : IF IN$="1" THEN XN = XN-1
1750 IF (IN$="Q") OR (IN$="q") THEN XN = XN+1
1760 IF IN$="2" THEN YN = YN-1
1770 IF (IN$="W") OR (IN$="w") THEN YN = YN+1
1780 IF IN$<>" " THEN GOSUB 1800 : GOTO 1740
1790 XN = 0 : YN = 0 : XP = 0 : YP = 0 : RETURN
1800 REM *** Beweeg pen naar positie XN, YN ***
1810 XN = INT(XN) : YN = INT(YN)
1820 DA = M(0)+PE : DX = XN-XP : IF DX=0 THEN 1900
1830 IF DX<0 THEN DA = M(1) + PE : DX = -DX
1840 GOSUB 20000 : MK = 128 : FOR K = 1 TO DX
1850 GOSUB 21000 : IF DA<>0 THEN 1850
1860 GOSUB 21000 : IF DA=0 THEN 1860
1870 NEXT K : DA = PE : GOSUB 20000 : XP = XN
1900 DA = M(2)+PE : DY = YN-YP : IF DY=0 THEN 1960
1910 IF DY<0 THEN DA = M(3)+PE : DY = -DY
1920 GOSUB 20000 : MK = 64 : FOR K = 1 TO DY
1930 GOSUB 21000 : IF DA<>0 THEN 1930
1940 GOSUB 21000 : IF DA=0 THEN 1940
1950 NEXT K : DA = PE : GOSUB 20000 : YP = YN
1960 RETURN
```

PROGRAMMEREN

Het hoofdprogramma is samengesteld uit verschillende subroutines die de plotter besturen. Wij hebben drie voorbeelden gegeven om verschillende figuren te tekenen. De routines zijn allemaal vrij eenvoudig. Gebruik GOSUB 1600 om de stift op te heffen en GOSUB 1500 om hem weer neer te zetten. Gebruik GOSUB 1700 om de pen terug naar de beginpositie te brengen. Met XN = x: YN = y: GOSUB 1800 gaat de stift naar het punt met coördinaat (x, y).

```
1100 REM *** Cirkel ***
1110 GOSUB 1600 : GOSUB 1700
1120 PRINT "Straal (1-40)";
1130 INPUT R : YN = R
1140 GOSUB 1800 : GOSUB 1500
1150 P1 = ATN(1)*4
1160 FOR H = 0 TO 40*P1
1170 XN = R-R*COS(H/20)
1180 YN = R+R*SIN(H/20)
1190 GOSUB 1800 : NEXT H
1200 GOSUB 1600 : YN = 0
1210 GOSUB 1800 : GOTO 950
```

```
1100 REM *** Sinus ***
1110 GOSUB 1600 : GOSUB 1700
1120 XN = 0 : YN = 15
1130 GOSUB 1800 : GOSUB 1500
1140 FOR XN = 0 TO 80
1150 YN = (SIN(XN/3)+1)*15
1160 GOSUB 1800 : NEXT XN
1170 GOSUB 1600 : XN = 0
1180 YN = 0 : GOSUB 1800
1190 GOTO 950
```

MAXI ROBOTARM

We noemden deze robot een MAXI ROBOTARM omdat hij groter is dan onze mini-arm en omdat hij ook meer mogelijkheden heeft. Naast het draaien van zijn arm kan hij deze nu ook intrekken en uitsteken om voorwerpen op te nemen of neer te zetten in een groter gebied. Er worden drie motoren gebruikt en tevens een vrij groot assortiment LEGO onderdelen. (Als je zelf niet genoeg onderdelen hebt, kun je de robot misschien samen met een vriend bouwen die ook technische LEGO onderdelen heeft.) Het onderstel is hetzelfde als dat van de mini-arm (zie p. 25 tot p. 31) maar om de robot wat stabieler en steviger te maken kun je dit het beste op twee 10 × 20-basisplaten plaatsen.

Reiken en grijpen

Als de arm om zijn as draait kan hij, bestuurd door de computer, stoppen op 36 vaste punten. De arm kan ook vooruit en achteruit bewegen en hier kan hij stilstaan op ongeveer 20 vaste punten. De grijper heeft ongeveer 15 vaste stopposities. De vingers van de grijper sluiten zich eerst rond het voorwerp alvorens het van de grond wordt opgetild. Zowel bij het draaien van de arm, het vooruit en achteruit bewegen ervan en het open- en dichtgaan van de grijper gaan er schakelaars open en dicht. Zo kan de computer weten in welke positie de computerarm zich bevindt.

De arm kan dus voorwerpen opnemen en weer neerzetten in een ringvormig gebied rond het onderstel.

WAT JE NODIG HEBT

1×2	1×3	1×4	1×8	2×4	2×8	4×6	
7	6	7	2	9	7	1	Plaatjes

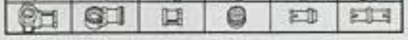
8	14K	24	24K	40	AW	SW	
8	4	4	1	1	4	1	tandwielen/ aandrijfwielen

2	4	6	8	12	16	
9	8	12	10	1	2	balkjes

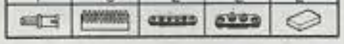
2	4	6	8	10	
3	4	4	4	1	assen

n.b.: 14K = mini kroonwiel

1	1	8	12	2	25

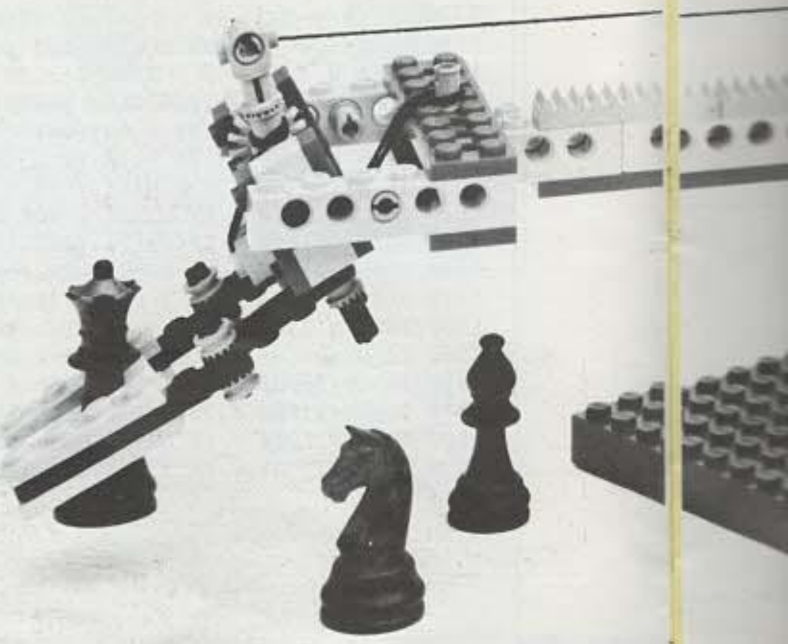


1	6	2	2	2



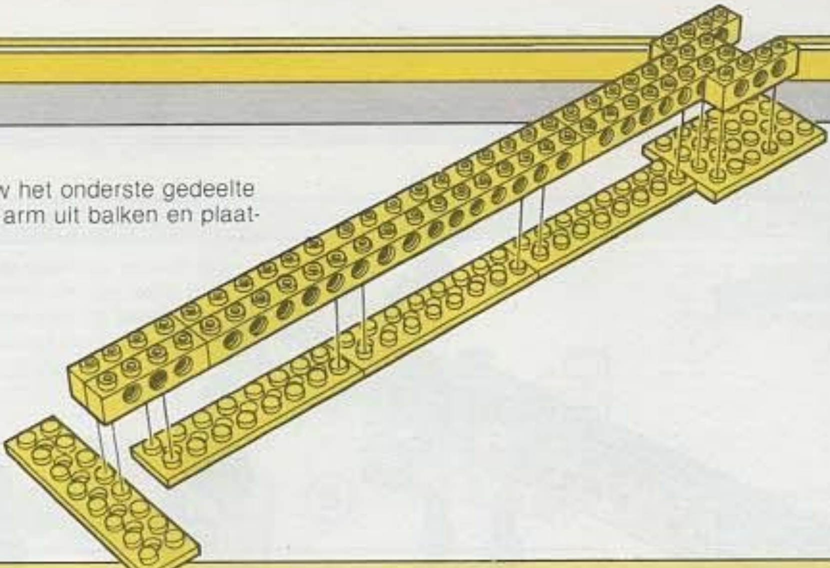
3 motoren, 2 batterijhouders, 6 kleine elastiekjes, 2 grotere elastiekjes, 5 stekkers, 2 10 × 20-grondplaten, een stukje tochtband, 100 cm 12-aderige bandkabel, een stuk zilverpapier, paperclips, 30 cm dun touw, kroonsteentje.

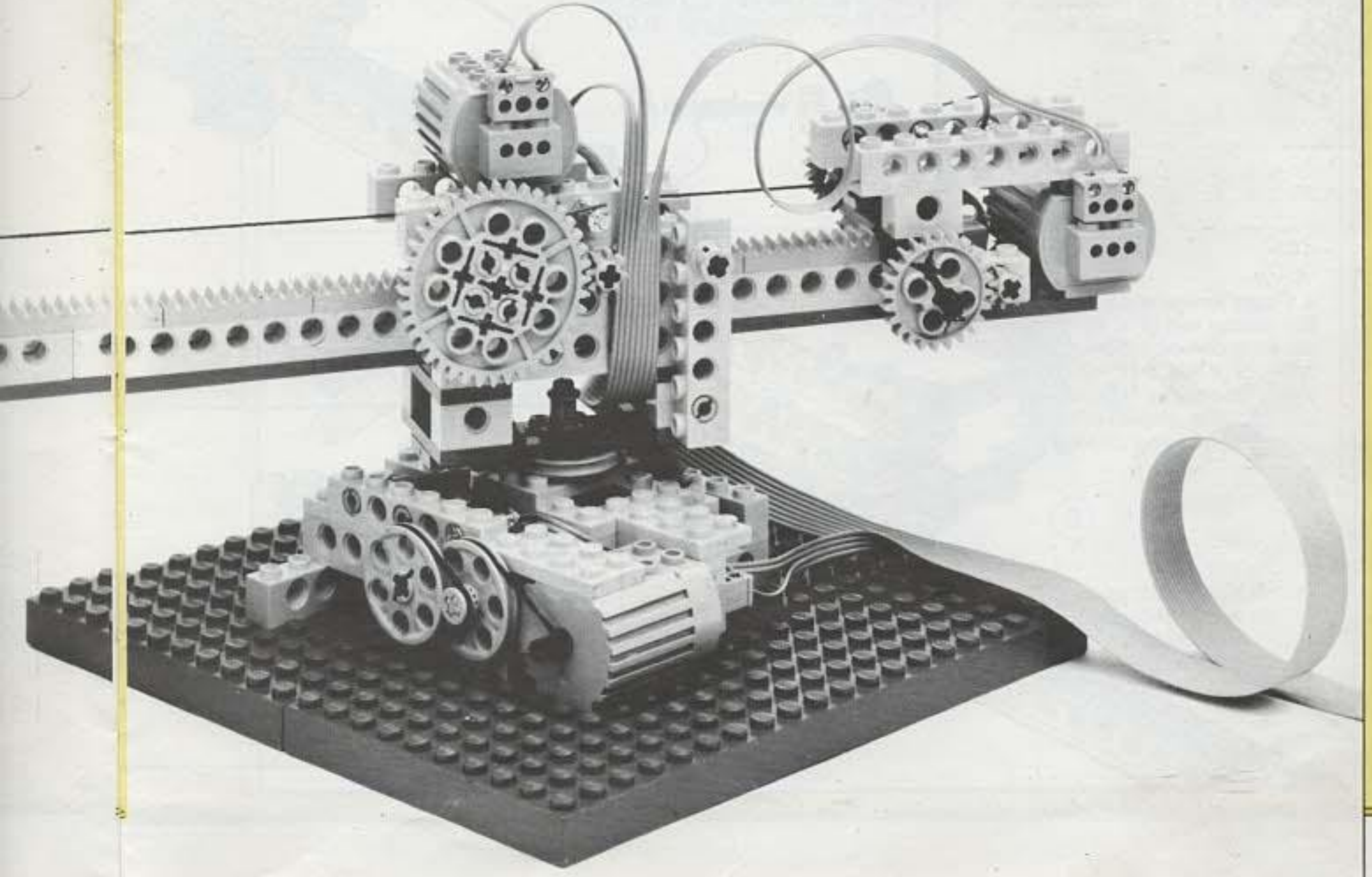
Deze robotarm kan de stukken van een schaakspel verplaatsen als bord en stukken klein genoeg zijn.



DE ARM

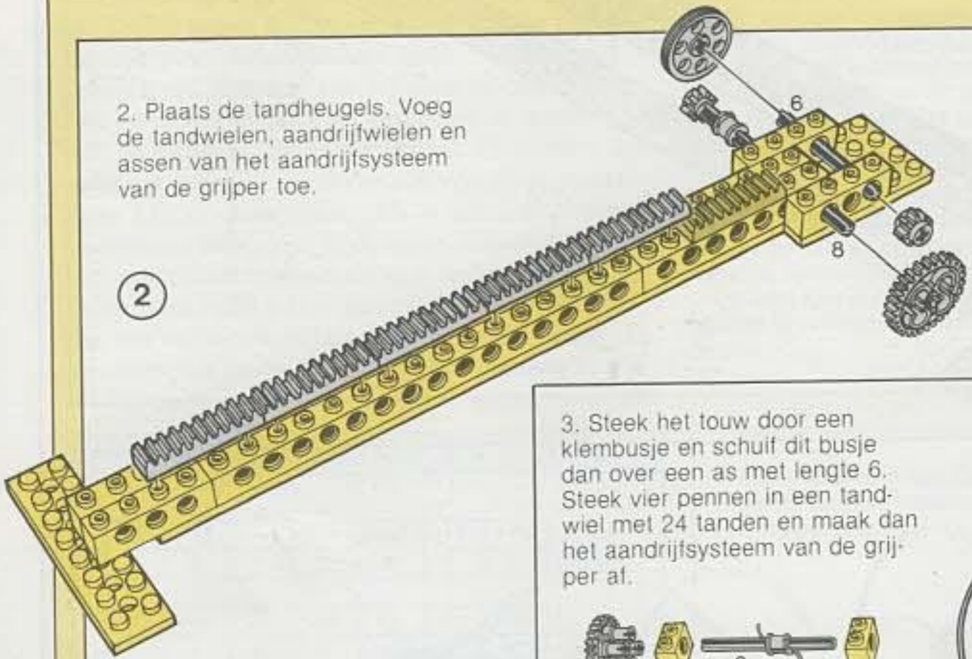
(1) 1. Bouw het onderste gedeelte van de arm uit balken en plaatjes.





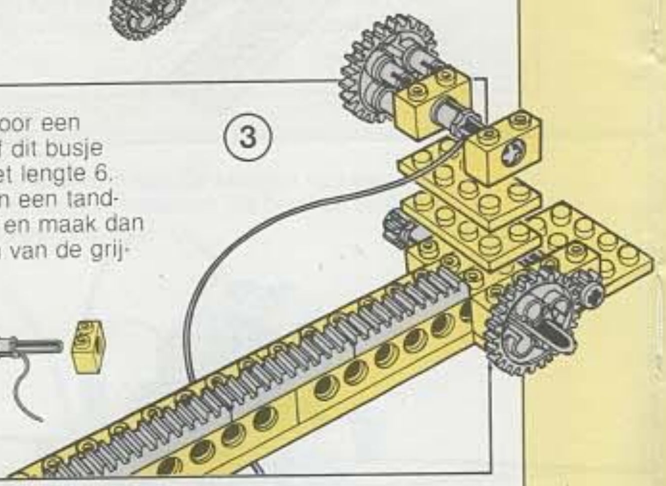
2. Plaats de tandheugels. Voeg de tandwielen, aandrijfwielen en assen van het aandrijfsysteem van de grijper toe.

(2)



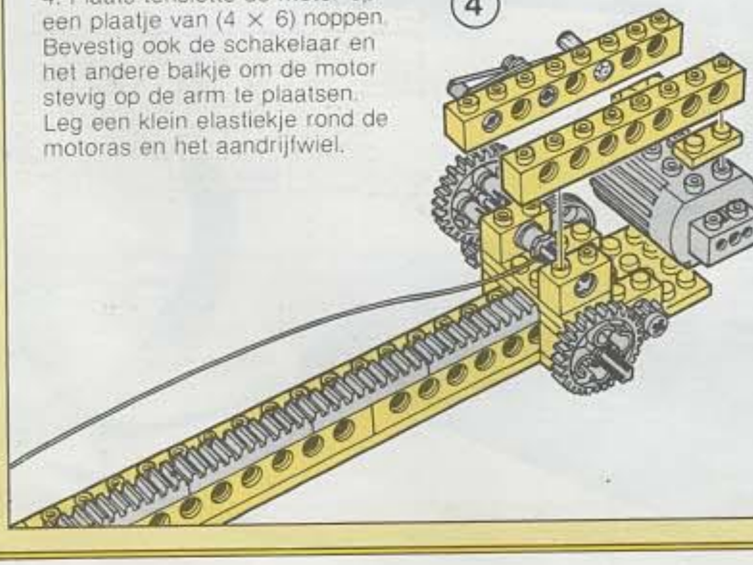
(3)

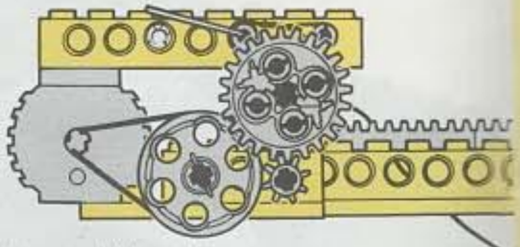
3. Steek het touw door een klembusje en schuif dit busje dan over een as met lengte 6. Steek vier pennen in een tandwiel met 24 tanden en maak dan het aandrijfsysteem van de grijper af.



4. Plaats tenslotte de motor op een plaatje van (4 × 6) noppen. Bevestig ook de schakelaar en het andere balkje om de motor stevig op de arm te plaatsen. Leg een klein elastiekje rond de motoras en het aandrijfwiel.

(4)



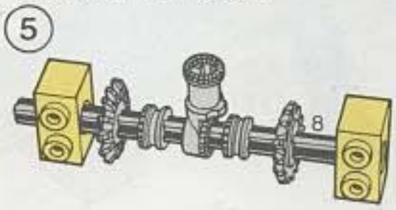


Achteraanzicht van de motor en de schakelaar

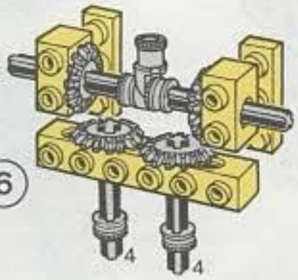
DE GRIJPER

5. Bouw de hoofdas van de grijper. Let er op dat de twee mini kroonwielen met 14 tanden tegenoverstaand op de arm worden geschoven (zie de figuur).

(5)

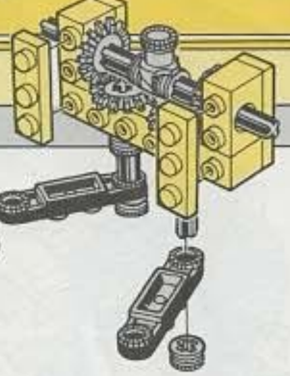


(6)

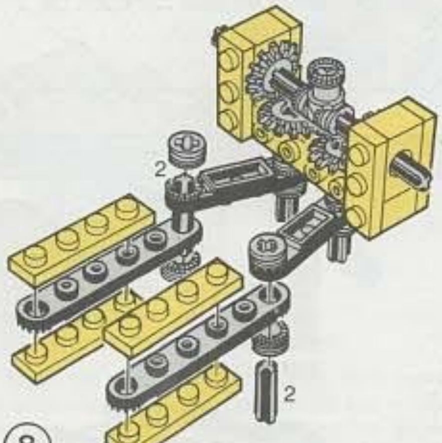


6. Voeg nu het balkje met 6 noppen, de twee korte assen en nog twee mini kroonwielen toe. Schuif twee halve klembusjes gedeeltelijk over de assen.

(7)

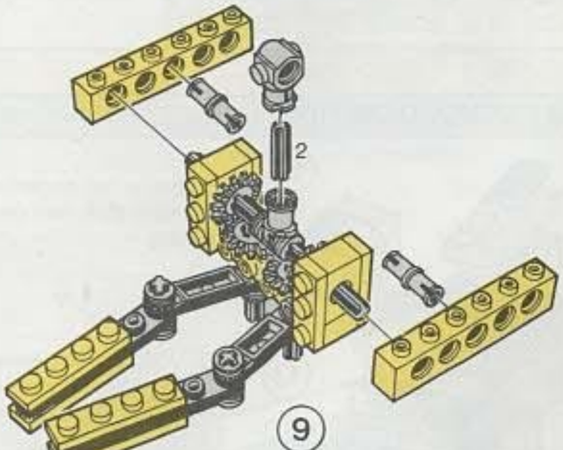


7. Bevestig nu de stuurplaatjes (lengte 4) op de assen zodat ze in V-vorm staan. Zet ze vast door twee andere halve klembusjes op de assen te schuiven. Controleer of de zuigerstang bovenaan heen en weer beweegt als de stuurplaatjes open en dicht worden bewogen.



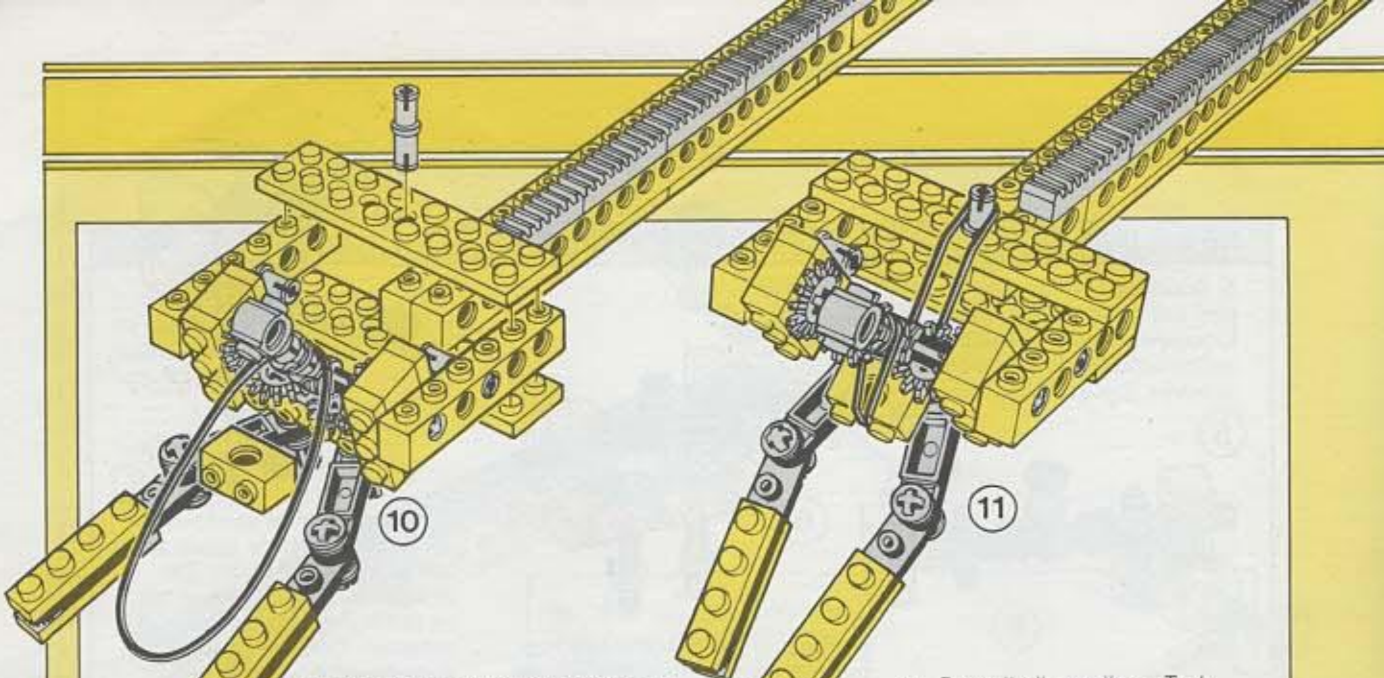
(8)

8. Steek de asjes met lengte 2 door de uiteinden van de korte stuurplaatjes. Maak dan de vingers van de grijper af met stuurplaatjes van lengte 6 en (4 × 1)-plaatjes. Gebruik halve busjes om de stuurplaatjes vast te zetten.



(9)

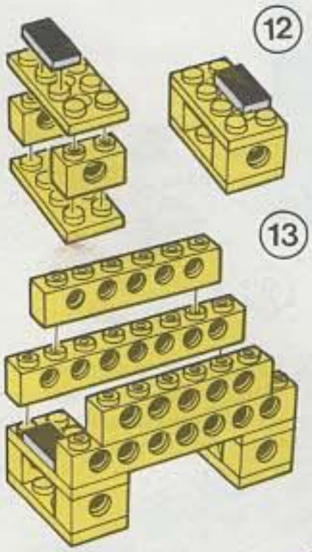
9. Voeg de balkjes met 6 noppen en de twee pennen toe. Steek een asje van lengte 2 met een zuigerstang in de halve zuigerstang.



10. Bevestig de grijper vooraan op de reeds gebouwde arm. Voeg het onderste en het bovenste plaatje toe en steek in het bovenste een halve pen. Plaats vooraan een balkje met 2 noppen en maak een groot elastiekje vast aan het dwarsstukje.

11. De volledige grijper. Trek het elastiekje onder het aandrijfsysteem door en maak het vast aan de koppelpen. De grijper moet nu open staan en naar beneden gericht zijn.

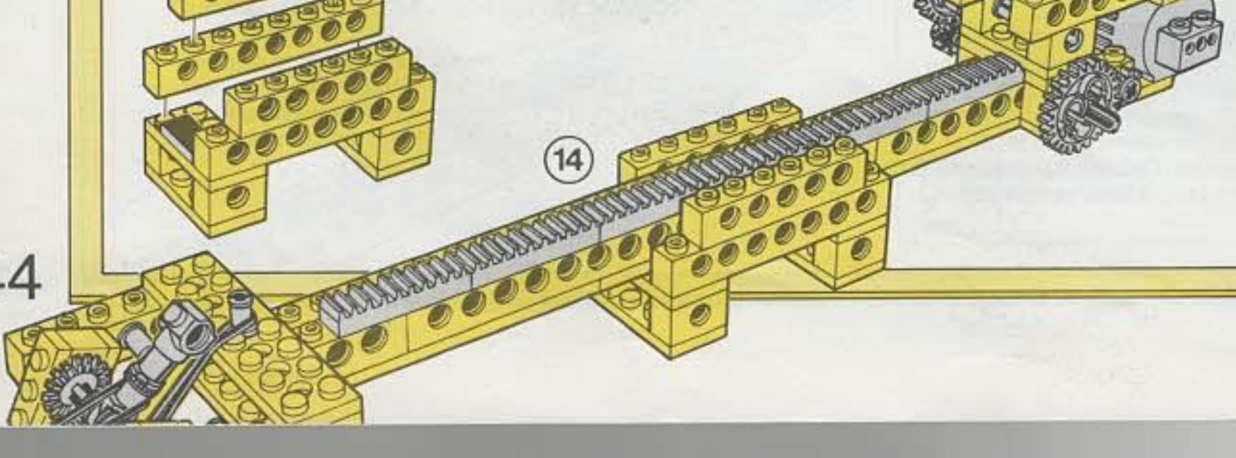
HET SCHOUDERSTUK

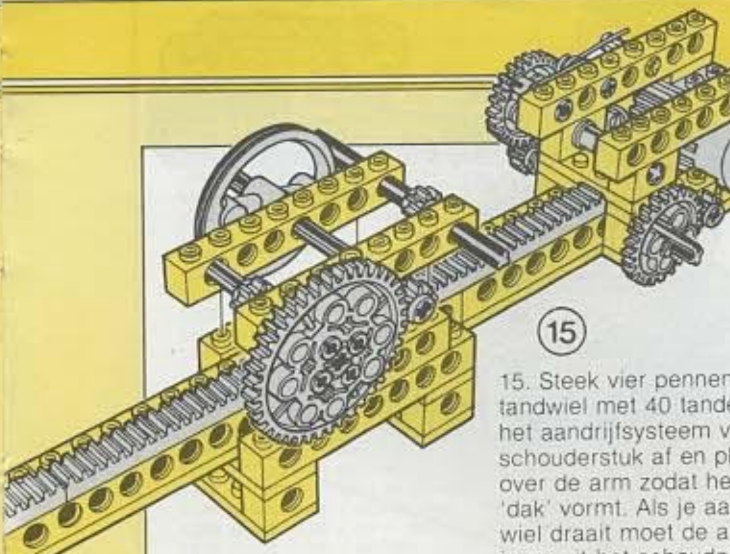


12. Bouw het onderstel van het schouderstuk met plaatjes en balkjes.

13. Voeg de volgende reeks balkjes toe. Ze vormen het kanaal waar de arm in glijdt.

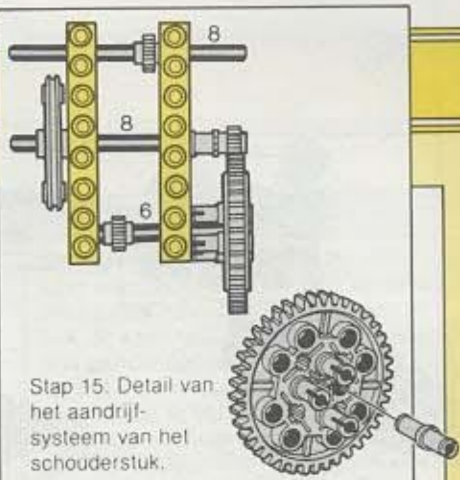
14. Plaats de arm nu in het schouderstuk. Hij moet er gemakkelijk in heen en weer kunnen bewegen.



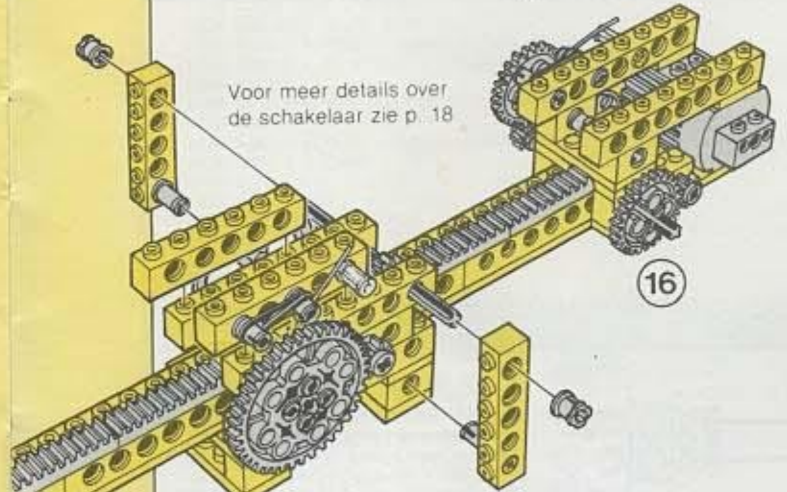


15

15. Steek vier pennen in het tandwiel met 40 tanden. Maak het aandrijfsysteem van het schouderstuk af en plaats het over de arm zodat het een soort 'dak' vormt. Als je aan het stuurwiel draait moet de arm soepel in en uit het schouderstuk schuiven.

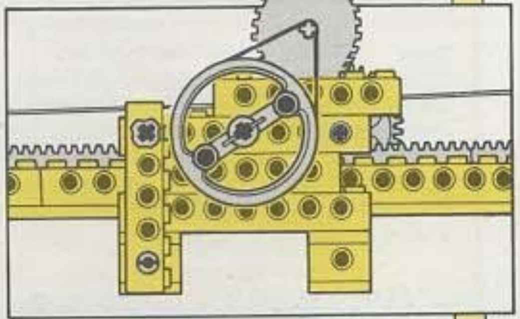


Stap 15. Detail van het aandrijfsysteem van het schouderstuk.



Voor meer details over de schakelaar zie p. 18

16

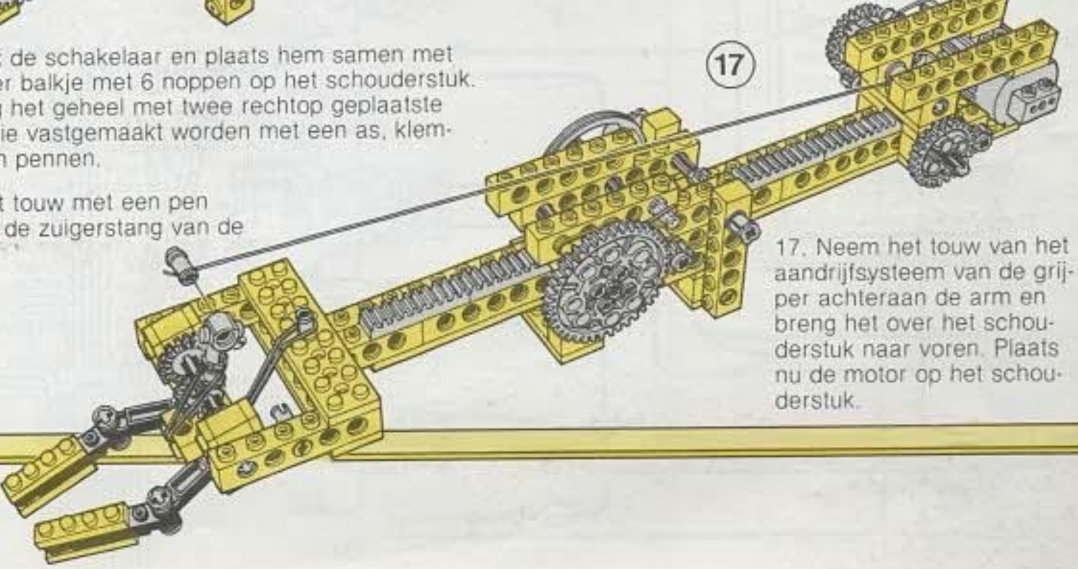


Zijaanzicht van het schouderstuk.

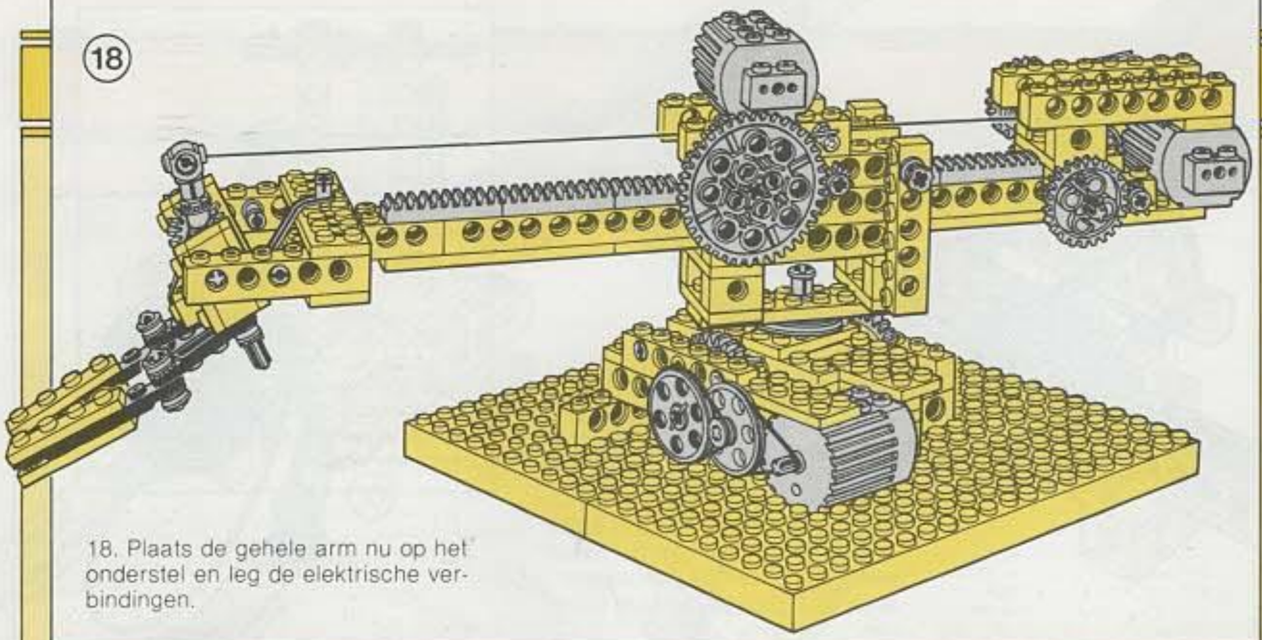
16. Maak de schakelaar en plaats hem samen met een ander balkje met 6 noppen op het schouderstuk. Verstevig het geheel met twee rechtop geplaatste balkjes die vastgemaakt worden met een as, klembusjes en pennen.

Maak het touw met een pen vast aan de zuigerstang van de grijper.

17



17. Neem het touw van het aandrijfsysteem van de grijper achteraan de arm en breng het over het schouderstuk naar voren. Plaats nu de motor op het schouderstuk.

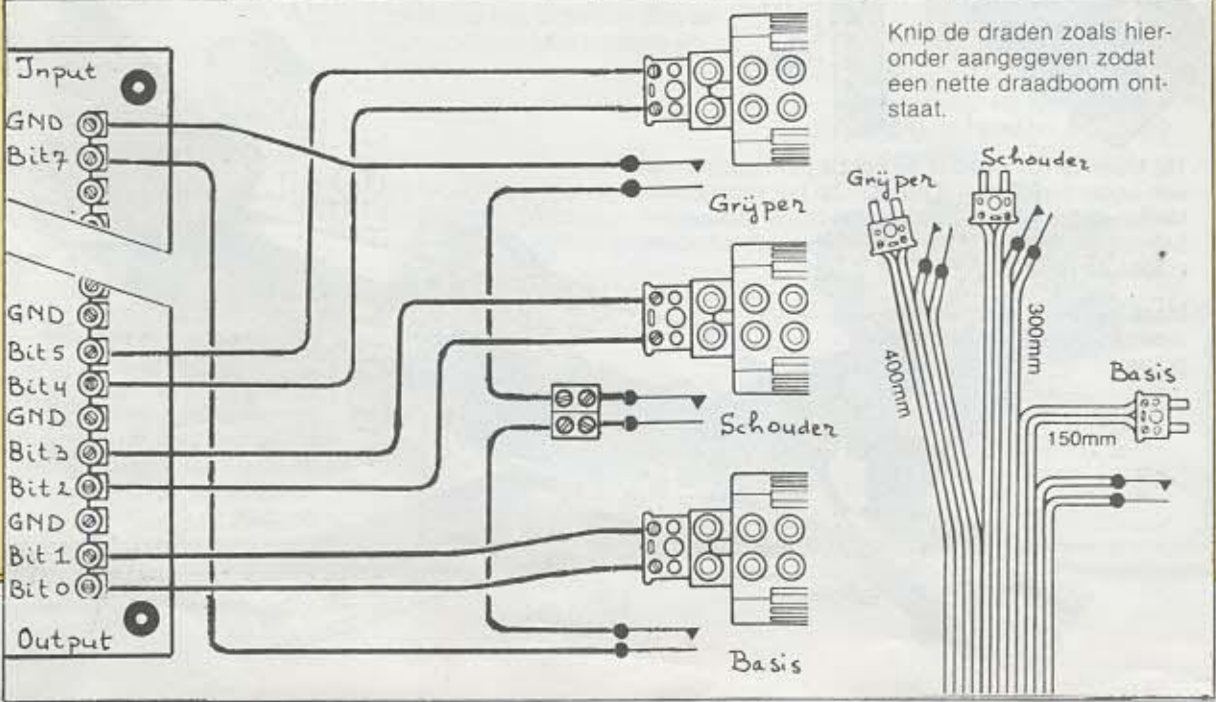


18. Plaats de gehele arm nu op het onderstel en leg de elektrische verbindingen.

Tips
1. Om te voorkomen dat de opgenomen voorwerpen uit de vingers van de grijper zouden vallen, kunnen deze worden beplakt met een stukje tochtband.
2. Zorg ervoor dat de draden netjes liggen om te voorkomen dat ze verstrikt zouden raken in een van de aandrijfsystemen. (De bedrading van het onderstel kun je vinden op p. 30.)

BEDRADING

Knip de draden zoals hieronder aangegeven zodat een nette draadboom ontstaat.



```
1000 A=500 : GOTO 20
1010 REM *** Besturing van de Maxi arm ***
1020 DIM M(6) : FOR K = 0 TO 6 : READ M(K) : NEXT K
1030 GOSUB 1530 : BN = 0 : SN = 0 : GN = 0 : SD = 6
1040 PN = 0 : PL = 0 : DIM B(50), S(50), G(50)
1050 DATA 1, 4, 2, 8 ,16, 0, 32
1100 REM *** Stand keuze ***
1110 M$ = "stand kiezen" : GOSUB 1700 : GOSUB 210
1120 A = ASC(IN$) : IF A>95 THEN IN$ = CHR$(A-32)
1130 IF IN$="P" THEN M$ = "programmeren" : K = 1
1140 IF IN$="B" THEN M$ = "beginpositie" : K = 2
1150 IF IN$="U" THEN M$ = "uitvoeren" : K = 3
1160 IF IN$="S" THEN M$ = "stoppen" : K = 4
1170 PRINT M$ : GOSUB 400 : IF K=0 THEN 1100
1180 ON K GOSUB 1200, 1500, 1550, 950 : GOTO 1100
1200 REM *** Programmeer de bewegingen ***
1210 GOSUB 1450 : GOSUB 1700
1220 GOSUB 210 : IF IN$=" " THEN GOSUB 1440 : RETURN
1230 IF IN$="<" THEN GOSUB 1300
1240 IF IN$=">" THEN GOSUB 1320
1250 IF IN$="+" THEN GOSUB 1350
1260 IF IN$="-" THEN GOSUB 1400
1270 GOSUB 1600 : GOSUB 1700 : GOTO 1220
1300 GOSUB 1440 : PN = PN-1 : IF PN<0 THEN PN = 0
1310 GOSUB 1450 : RETURN
1320 GOSUB 1440 : PN = PN+1 : IF PN>50 THEN PN = 50
1330 IF PN>PL THEN GOSUB 1440 : PL = PN
1340 GOSUB 1450 : RETURN
1350 FOR K=49 TO PN STEP -1
1360 B(K+1) = B(K) : S(K+1) = S(K)  : G(K+1) = S(K)
1370 NEXT K : PL = PL+1 : IF PL=51 THEN PL = 50
1380 RETURN
1400 IF PL=PN THEN RETURN
1410 FOR K = PN TO 49
1420 B(K) = B(K+1) : S(K) = S(K+1) : G(K) = S(K+1)
1430 NEXT K : GOSUB 1450 : PL = PL-1 : RETURN
1440 B(PN) = BC : S(PN) = SC : G(PN) = GC : RETURN
1450 BN = B(PN) : SN = S(PN) : GN = G(PN)
1460 GOSUB 1800 : RETURN
1500 REM *** Stel de beginpositie in ***
1510 GOSUB 1700 : GOSUB 210 : IF IN$=" " THEN 1530
1520 GOSUB 1600 : GOTO 1510
1530 BC = 0 : SC = 0 : GC = 0 : PN = 0 : RETURN
1550 REM *** Voer de bewegingen uit ***
1560 FOR PN = 0 TO PL : GOSUB 1450 : GOSUB 1700
1570 GOSUB 1800 : NEXT PN : PN = PL : RETURN
1600 REM *** Stap voor stap met het toetsenbord ***
1610 IF IN$="1" THEN BN = BN+1
1620 IF (IN$="Q") OR (IN$="q") THEN BN = BN-1
1630 IF IN$="2" THEN SN = SN+1
1640 IF (IN$="W") OR (IN$="w") THEN SN = SN-1
1650 IF IN$="3" THEN GN = GN+1
1660 IF (IN$="E") OR (IN$="e") THEN GN = GN-1
1670 GOSUB 1800 : K = 0 : RETURN
1700 REM *** Print informatiescherm ***
1710 GOSUB 100 : PRINT TAB(15);"MAXI ARM" : PRINT
1720 PRINT "Pos.nr. Onderstel  Schouder  Grijper"
1730 PRINT PN+1;TAB(10);BC;TAB(21);SC;TAB(31);GC
1740 PRINT : PRINT"Aantal posities =";PL+1
1750 PRINT : PRINT"Stand = ";M$ : PRINT
1760 PRINT "Geef commando: "; : RETURN
1800 REM *** Beweeg arm naar positie BN, SN, GN ***
1810 SX = BN-BC : IF SX=0 THEN 1830
1820 DA = M(SGN(SX)+1) : GOSUB 20000 : GOSUB 1900
1830 SX = SN-SC : IF SX=0 THEN 1850
1840 DA = M(SGN(SX)+2) : GOSUB 20000 : GOSUB 1900
1850 SX = GN-GC : IF SX=0 THEN 1870
1860 DA = M(SGN(SX)+5) : GOSUB 20000 : GOSUB 1900
1870 BC = BN : SC = SN : GC = GN : RETURN
1900 REM *** Tel de pulsen ***
1910 MK = 128 : FOR K = 1 TO ABS(ST)
1920 GOSUB 21000 : IF DA<>0 THEN 1920
1930 GOSUB 21000 : IF DA=0 THEN 1930
1940 NEXT K : DA = 0 : GOSUB 20000 : RETURN
```

PROGRAMMEREN

Met dit programma kun je de robotarm een reeks bewegingen aanleren die hij later dan opnieuw kan uitvoeren. Je kunt tevens de reeks bewegingen aanpassen door ze stap voor stap opnieuw uit te voeren en de verkeerde posities te veranderen. Je kunt ook bepaalde posities toevoegen of weglaten. Het programma toont je de posities van het onderstel, het schouderstuk, de grijper en de optie of stand waarin je aan het werken bent. Deze zijn: programmeren van bewegingen, de beginpositie instellen en het herhalen van bewegingen. Toets het programma in, SAVE het en RUN het daarna.

Gebruik van het programma:
Als je het programma laat lopen, verschijnt er op het scherm:

```
POS. NR. ONDERSTEL SCHOUDER GRIJPER
   1         0         0       0
Aantal posities = 1
Stand = stand kiezen
Geef Commando:
```

De computer wacht nu op jouw keuze. Kies een stand door de toetsen P, B, U of S in te drukken:

1. P = Bewegingen programmeren (aanleren)

druk

- [1] [Q] om het onderstel te besturen.
- [2] [W] om het schouderstuk te besturen.
- [3] [E] om de grijper te besturen.
- [>] om naar de volgende positie te bewegen
- [<] om naar de voorgaande positie te bewegen
- [+] om een positie tussen te voegen
- [−] om een positie weg te laten
- [spatie] om opnieuw naar het menu te gaan

2. B = Beginpositie instellen
Gebruik dezelfde toetsen als bij het programmeren van bewegingen om de arm naar de gewenste beginpositie te brengen.
Druk op spatie als de robotarm in de beginpositie staat.

3. U = Bewegingen uitvoeren
De robotarm zal nu alle bewegingen automatisch uitvoeren. Daarna kun je een willekeurige toets indrukken om opnieuw naar het menu te gaan.

4. S = Stop het programma.

Ga zo te werk met de basisprogramma's. (zie pag. 3 en hieronder)

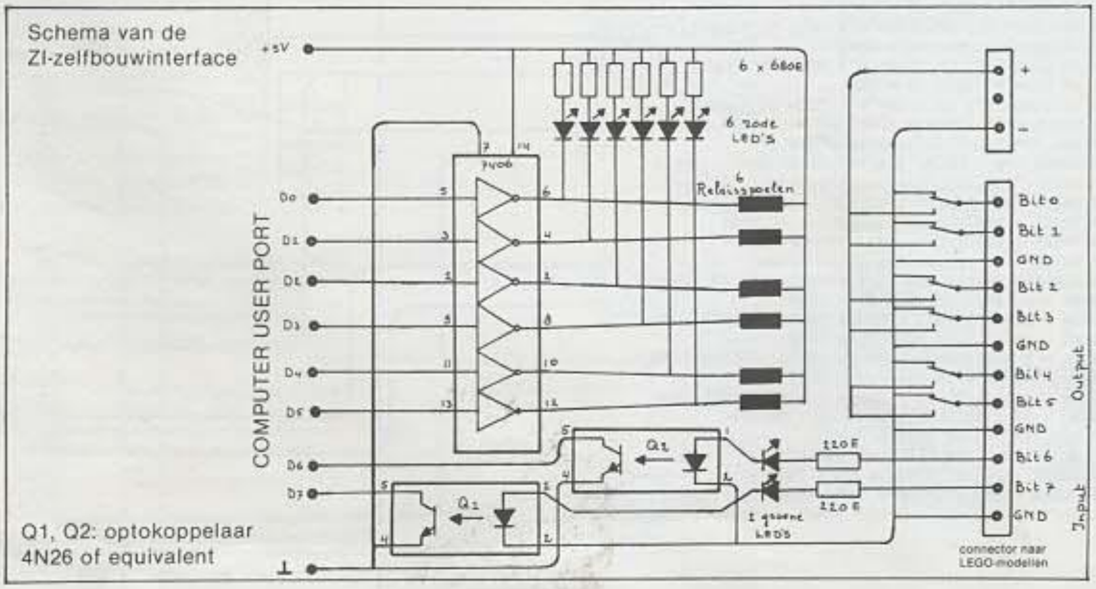
Type het basisprogramma voor jouw merk computer in en SAVE het meteen op een cassette of disk. Wanneer je een besturingsprogramma uit dit boekje gaat proberen, lees dan eerst het basisprogramma even in en type vervolgens de regels van het besturingsprogramma. Je zult zien (LIST) dat het hoofdprogramma tussen de regels 950 (of 951) en 20000 van het basisprogramma komt te staan. Dat hoort zo. Als je klaar bent staan dus in je computer alle regels van het besturingsprogramma voorafgegaan door de regels 10-950 (of 10-951) en gevolgd door de regels 20000 en 21000. Als je dat zo hebt is alles compleet en kun je het totaal op cassette of disk SAVE-n. Bewaar het basisprogramma zorgvuldig, anders moet je het steeds opnieuw intikken.

```
1Ø GOTO 1ØØØ : REM *** Voor de C 64 ***
2Ø POKE 56579,63 : POKE 56577,Ø
21 GOTO 1Ø1Ø
1ØØ PRINT CHR$(147); : RETURN
2ØØ GET IN$ : RETURN
21Ø GET IN$ : IF IN$="" THEN 21Ø
211 RETURN
45Ø TI$ = "ØØØØØØ"
451 IF TI <6*SD THEN 451
452 RETURN
95Ø POKE 56577,Ø : END
2ØØØØ POKE 56577,DA : RETURN
21ØØØ DA = (NOT(PEEK(56577))) AND MK
21ØØ1 RETURN
```

```
1Ø GOTO 1ØØØ : REM *** Voor de MSX ***
2Ø CLEAR A : SCREEN Ø : WIDTH 4Ø : KEYOFF
21 OUT 49,255 : OUT 48,Ø : GOTO 1Ø1Ø
1ØØ CLS : RETURN
2ØØ IN$ = INKEY$ : RETURN
21Ø GOSUB 2ØØ : IF IN$="" THEN 21Ø
211 RETURN
45Ø FOR SD% = 1 TO SD*17Ø : NEXT : RETURN
95Ø OUT 48,Ø : OUT 49,Ø : CLEAR 2ØØ : END
2ØØØØ OUT 48,DA : RETURN
21ØØØ DA = INP(48) AND MK : RETURN
```

```
1Ø GOTO 1ØØØ : REM *** Voor de P2ØØØT ***
2Ø CLEAR A : OUT 16,68 : POKE &H6ØA5,Ø
21 OUT 97,255 : OUT 96,Ø : GOTO 1Ø1Ø
1ØØ PRINT CHR$(12) CHR$(2); : RETURN
2ØØ IN$ = "" : IF PEEK("")=Ø THEN RETURN
21Ø PRINT CHR$(1); : IN$ = CHR$(INP(""))
211 PRINT CHR$(2); : RETURN
45Ø FOR SD% = 1 TO SD*15Ø : NEXT : RETURN
95Ø POKE &H6ØA5,32 : OUT 96,Ø : OUT 97,Ø
951 CLEAR 5Ø : END
2ØØØØ OUT 96,DA : RETURN
21ØØØ DA = INP(96) AND MK : RETURN
```

```
1Ø GOTO 1ØØØ : REM *** Voor de VIC 2Ø ***
2Ø POKE 37138,63 : POKE 37136,Ø
21 GOTO 1Ø1Ø
1ØØ PRINT CHR$(147); : RETURN
2ØØ GET IN$ : RETURN
21Ø GET IN$ : IF IN$="" THEN 21Ø
211 RETURN
45Ø TI$ = "ØØØØØØ"
451 IF TI <6*SD THEN 451
452 RETURN
95Ø POKE 37136,Ø : END
2ØØØØ POKE 37136,DA : RETURN
21ØØØ DA = (NOT(PEEK(37136))) AND MK
21ØØ1 RETURN
```



Schema van de ZI-zelfbouwinterface

Q1, Q2: optokoppelaar 4N26 of equivalent

BESTUREN VAN ROBOTMODELLEN MET DE MICROCOMPUTER

Een van de leukste dingen die met de moderne microcomputer gedaan kan worden, is het besturen van de buitenwereld. Het is niet zo verwonderlijk dat slechts enkele en deze boeiende toepassing van hun computer hebben ontdekt. Daarvoor is namelijk een speciale koppeling nodig, een z.g. interface, van de computer naar buiten.

De schrijver W. Clark maakt dit gebied voor iedereen practisch toegankelijk door de beschrijving van robotmodellen die bestuurd worden met behulp van een eenvoudige interface. Door de bekendheid van het gebruikte materiaal, LEGO® TECHNIEK, is het bij uitstek geschikt voor het bouwen van werkende stukjes techniek. De interfaces kunnen nu kant en klaar worden gekocht, maar wie een beetje met de soldeerbout overweg kan zet hem zelf in elkaar. Alle aspecten van het besturen en de terugmelding komen spelenderwijs aan de orde. Ongemerkt groeit daarbij het inzicht in het functioneren van de computergestuurde industriële robots van vandaag de dag.

In de oorspronkelijke uitgave was alleen het gebruik van een Commodore-64 beschreven. Door de hulp van de Stichting BASICODE konden alle computerprogramma's voor de Nederlandse editie zo bewerkt worden dat zij in principe onafhankelijk zijn geworden van het computermerk. Voor een aantal populaire microcomputers zijn de basisprogramma's opgenomen. Uitbreiding met nog meer merken is bij voldoende belangstelling zeker te verwachten (B.v. MS-DOS personal computers)

De nu beschikbare interfaces zijn:
voor P2000, MSX1, MSX2: Uniface, LEGO Interface A, ZI + computerdeel Uniface.
voor VIC 20, C64, C128: ZI-zelfbouwinterface.

Adressen:

Uniface:
Bureau PTC
Postbus 67
5600 AB Eindhoven

BASICODE:
Stichting BASICODE
Postbus 1410
5602 BK Eindhoven

LEGO Interface A:
LEGO Nederland BV
Afd. Educatieve Programma's
Legolaan 1
9861 AT Grootegast (Gr)

ZI-zelfbouwinterface
(kant en klaar of print):
MAKLU Uitgevers
Koninginnelaan 96
7315 EB Apeldoorn

MAKLU Uitgevers
Somerstraat 13-15
2018 Antwerpen

® LEGO is een geregistreerd handelsmerk

ISBN 90 6215 164 1
Clark, Robotmodellen